

Um problema de logística

Imagine uma grande organização de venda direta ao consumidor a partir da web. Todo o processo de divulgação, escolha, aquisição, pagamento, e operações associadas é conduzido por um sistema de informações na web, mas no final das contas o produto precisa ser entregue no endereço (físico) informado pelo comprador.

Aqui há duas tendências opostas que as organizações têm usado: muitos armazéns ou poucos deles. No caso limite um único super-depósito. A principal vantagem de muitos armazéns é que se pode diminuir as distâncias entre o armazém e o comprador final. Lembrando que neste negócio, distância é custo. Em compensação, muitos armazéns implica em muitos custos fixos, aumento do desperdício e uma complexidade maior na reposição de tais armazéns. Historicamente, as organizações têm optado por pouquíssimos depósitos. Muitas vezes um só, no máximo 2 ou 3 apenas para não por todas as ovos na mesma cesta.

Neste exercício, sua responsabilidade é escolher um único local de implantação para um super depósito de distribuição de produtos. Haverá uma tabela com 10 candidatos a depósito (Numa recente consulta da Amazon para sediar um novo centro nos EUA candidataram-se mais de 600 municípios lá). Cada candidato trará seu nome, localização no mapa do Brasil e custo aproximado de implantação (que já inclui a renúncia fiscal proposta pelo ofertante).

O modelo também apresenta um mapa de 27 volumes de compras (1 valor para cada capital de estado – que apenas por simplificação, coleta todas as aquisições naquele estado. Agindo assim o modelo troca 5500 município por 27 capitais (26 estados mais Brasília). A matriz de compras, trará para cada capital, o volume de produtos adquiridos em unidades de remessa. Cada remessa terá um custo de transporte (proporcional à distância).

Haverá também uma matriz de reposição, que visa fazer o antes: do fabricante para o centro de distribuição. Haverá um conjunto de 20 fabricantes que respondem pela maior parte do volume de reposições e que limitam o alcance deste modelo. Cada fabricante informará seu local de origem e o volume de mercadorias produzida em m^3 . Haverá um custo de transporte por m^3 e também proporcional à distância.

Sua tarefa é:

- Para cada local proposto, calcular o custo de implantação.
- imaginar o fluxo dos fabricantes e seu custo associado/mês e projetar tal custo em 5 anos.
- imaginar o fluxo de entregas aos compradores e estabelecer o custo/mês e projetar o custo em 5 anos.
- Totalizar tudo e mostrar o custo total do projeto para 5 anos.
- Repetir este processo para os 10 locais e SUGERIR qual o local mais adequado para o centro de distribuição. (o que tem menores custos associados).
- Mostrar também a diferença entre o projeto mais caro e mais barato em reais.

Distância na face da terra

Se a abrangência do projeto fosse uma área menor (como o Paraná e Santa Catarina, por exemplo), poderíamos usar para cálculo das distâncias a fórmula do Teorema de Pitágoras, que lembrando só funciona no plano. Mas como a abrangência é todo o território nacional, é melhor usar o formulário de distâncias esféricas.

A fórmula pitagórica é uma adaptação da geometria planar para a geometria esférica. A fórmula correta é

$$x = sen(p_a)sen(q_a),$$
$$y = cos(p_a)cos(q_a)cos(p_b)cos(q_b),$$
$$z = cos(p_a)cos(q_a)sen(p_b)sen(q_b) e$$

$$D(p_{a,b},q_{a,b}) = acos(x + y + z) \times r$$

Não se deve esquecer que neste formulário (e para usar em computador) os ângulos devem estar em radianos e o raio do planeta deve ser estabelecido em 6378.137 Km. Para testar sua implementação calcule a distância entre Curitiba e Florianópolis. Deve dar 251.975 Km.

Um exemplo

Suponha que os dados para seu exercício sejam

Custo das remessas:	0.055 R\$/rem/km		
Custo da reposicao:	2.752 R\$/m³/km		
Tabela de compras (inclui encomendas/mes)			
Aracaju	-10 54 40	-37 04 18	36400
Belem	-01 27 21	-48 30 16	72800
Belo_Horizonte	-19 55 15	-43 56 16	122400
Boa_Vista	+02 49 11	-60 40 24	43000
Brasilia	-15 46 47	-47 55 47	124000
Campo_Grande	-20 26 34	-54 38 47	53000
Cuiaba	-15 35 46	-56 05 58	67800
Curitiba	-25 25 40	-49 16 23	148800
Florianopolis	-27 35 48	-48 32 57	79400
Fortaleza	-03 43 02	-38 32 35	129000
Goiania	-16 40 43	-49 15 14	97600
Joao_Pessoa	-07 06 54	-34 51 47	66200
Macapa	+00 02 20	-51 03 59	49600
Maceio	-09 39 57	-35 44 07	49600
Manaus	-03 06 07	-60 01 30	104200
Natal	-05 47 42	-35 12 34	86000
Palmas	-10 12 46	-48 21 37	74400
Porto_Alegre	-30 01 59	-51 13 48	61200
Porto_Velho	-08 45 43	-63 54 14	36400
Recife	-08 03 14	-34 52 52	92600
Rio_Branco	-09 58 29	-67 48 36	43000
Rio_Janeiro	-22 54 10	-43 12 27	112600
Salvador	-12 58 16	-38 30 39	72800
Sao_Luis	-02 31 47	-44 18 10	43000
Sao_Paulo	-23 32 51	-46 38 10	196800
Teresina	-05 05 21	-42 48 07	54600
Vitoria	-20 19 10	-40 20 16	29800
Tabela de reposicao (inclui m³/mes)			
Aplausos	-23 12 40	-46 20 37	22875
Aurora	-25 00 21	-48 55 00	9550
Bolinha	-22 54 40	-43 04 18	13750
Brasil	-23 10 15	-45 56 00	16425
Camarao	-27 11 18	-48 12 17	17700
Camisetas	-28 45 43	-53 54 14	3900
Carnauba	-06 40 43	-42 15 14	13925
Coxinhas	-25 24 44	-49 11 10	23300
Hotdog	-20 01 59	-45 10 40	6075
Ignacio	-08 10 11	-34 40 24	19500
Izidora	-23 23 20	-46 45 00	5400
Joazinha	-24 06 54	-47 11 47	21300
Maneiro	-22 39 10	-48 10 07	9650
Misericordia	-20 18 07	-41 10 30	21075
Palmeirao	-21 02 11	-49 03 11	6250
Papelarias	-33 03 14	-49 52 52	5075
Sabe_La	-20 40 42	-43 10 34	8900
Tiao	-30 26 34	-52 38 47	10775
Viveiro	-15 00 40	-46 00 40	23675
Zica_lerdeza	-20 11 12	-42 12 25	23925
Tabela de candidatos (inclui c. implantacao)			
Baderna_Geral	-20 00 10	-46 00 00	66600000
Batatais	-20 53 28	-47 35 06	7500000
Camacari	-12 41 52	-38 19 26	4100000
Campos_Novos	-27 24 7	-51 13 33	11000000
Candeias_Jamari	-08 48 35	-63 41 44	3200000
Luziania	-16 15 9	-47 57 1	9990000
Olinda	-08 0 32	-34 51 18	5500000
Sao_Carlos	-22 01 03	-47 53 00	10400000
Sjcampos	-23 11 11	-45 52 43	15000000
Varzea_Grande	-15 38 49	-56 07 58	7900000

Para este exemplo, os resultados esperados para 5 anos de operação são:

40748340060	Baderna_Geral
42641053247	Batatais
76138993119	Camacari
59987206858	Campos_Novos
134176242620	Candeias_Jamari
50234565367	Luziania
101037476554	Olinda
39401887576	Sao_Carlos
40253369560	Sjcampos
84652128801	Varzea_Grande

Algumas observações importantes sobre o processamento.

- O sinal negativo na frente da latitude indica apenas que estamos no hemisfério sul. Este sinal não deve estendido para os minutos e segundos da latitude.

- Igualmente, o negativo na longitude indica apenas que estamos a ocidente (à esquerda) de Greenwich. Da mesma maneira o negativo não deve ser estendido aos minutos e segundos da longitude.
- Este exercício deve ser resolvido com convicção e certeza pois este tipo de processamento (distâncias no planeta) deve se tornar ainda mais importante nos próximos anos e décadas.

- Note que todos estes valores são apenas previsões e como tais devem ser operados e manuseados.

- Muito previsivelmente os locais campeões no modelo são aqueles mais próximos dos maiores centros consumidores e produtores do Brasil. Assim, o centro-sul-sudeste sai sempre ganhando quando comparado aos locais mais distantes: Rondônia, Amazonas, etc.

- Um exemplo interessante de computação analógica pode ser exercido aqui. Cole um grande mapa do Brasil sobre uma superfície plana. Faça um furo sobre cada capital. Pendure um peso num barbante passando pelo furo. O peso deve ser proporcional à quantidade de compras. Garanta o mínimo de atrito no furo com o barbante. Conecte todos os barbantes em um anel sobre o mapa. faça 10 experiências chacoalhando tudo por 10 minutos. Anote as 10 localizações. Ache a média das 10 ocorrências. Refaça a experiência para as reposições. Localize o ponto indicado pelo anel neste caso. A média entre as 2 posições (compras e reposição) indicaria o local ideal para o centro de distribuição. Nossa abordagem usando um computador digital dá menos trabalho e permite incorporar outras variáveis, como por exemplo o custo de construção e a renúncia fiscal oferecidas, por exemplo.

Se quiser testar outras 2 instâncias, procure no mesmo lugar os arquivos `exemplo2.myd` e `exemplo3.myd`. Para estes, as respostas procuradas são: Osasco e 106.143.839.449 e São Carlos e 85.069.439.695 respectivamente.

Para você fazer

Para o seu caso, procure seu arquivo de dados em www.pkantek.com.br na aba atividades. Localize os arquivos `exemplo1.myd` (os dados que estão aí encima, confira...) e

FZ550001.myd

Processe o seu arquivo individual e ache o local do menor custo e a diferença entre o maior e o menor custos calculados.

local	diferença

