

Um algoritmo de otimização de compras com suporte a rotas

Maria Luiza F. Falci¹, Filippe C. Jabour¹

¹Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais –
Juiz de Fora – MG – Brasil

marialuiza.ff@hotmail.com, filippe.jabour@ifsudestemg.edu.br

***Abstract.** Shopping usually is not an easy activity, especially with the current Brazilian economic situation, it was never so important to avoid to waste money while shopping groceries. Although there are many products available in many different supermarkets, which makes harder to the consumer to make decisions. This paper presents an algorithm, which optimizes purchases in supermarkets, selecting the cheapest products available in each supermarket, besides deleting supermarkets that may not be worth it to be visited, and creating the best route to the consumer.*

***Resumo.** Fazer compras não costuma ser uma tarefa fácil, e, principalmente com o cenário atual da economia brasileira, nunca foi tão importante economizar nas compras de supermercado. Entretanto, existe uma grande oferta de produtos em muitos mercados diferentes, o que torna a decisão do consumidor complicada e demorada. O presente trabalho apresenta um algoritmo que otimiza compras em supermercados, selecionando os produtos mais baratos em cada mercado disponível, além de eliminar possíveis mercados que não valem a pena ser visitados e gerando a melhor rota para o usuário.*

1. Introdução

O comércio faz parte da vida das pessoas há muito tempo, há muito mais tempo do que se possa imaginar. A princípio, o comércio era feito com escambo, ou seja, a troca de um produto por outro. Depois de um tempo, houve a necessidade de criação de um produto universal de troca e então foram criadas as moedas. A partir de então, produtos e serviços seriam trocados por essas moedas. Segundo [Bryto 2012], os mercados eram estrategicamente localizados onde havia maior movimentação e, naquela época, os produtos eram encomendados de acordo com a demanda dos clientes, que não podiam devolver as mercadorias já que não havia uma grande variedade de produtos.

Com o passar do tempo, a população foi crescendo e tendo novas necessidades e exigências. Os pequenos pontos de vendas e a pequena diversidade de produtos já não eram o suficiente e cada vez mais os mercados foram crescendo e evoluindo. Segundo [Bryto 2012], a partir do momento que as pessoas começaram a adquirir geladeiras para ambientes domésticos e aumentaram a utilização de carros foi propício o surgimento de supermercados.

Os supermercados vieram com o conceito do autosserviço. Os clientes poderiam ver os produtos e depois escolher sem ter que encomendá-los com

antecedência. Além disso, supermercados possuíam grande diversidade de produtos e abriram espaço para diferentes fornecedores competirem para distribuição de seus produtos. A partir de então, começou a competição de preços, qualidade e marcas, que são fatores que são levados em consideração pelos consumidores na hora da escolha do produto.

Se por um lado os supermercados aumentaram a disponibilidade e a variedade de produtos, e, conseqüentemente facilitaram as compras, por outro aumentaram o trabalho dos consumidores, que agora tem que escolher entre vários produtos, cores, marcas, preços e locais de compra. Essa decisão entre o que comprar e onde, pode consumir muito tempo dos consumidores, além de outros recursos, quando essa pesquisa de mercado requer o deslocamento do consumidor aos diferentes pontos de vendas.

Muitos fatores podem influenciar na decisão de compra de consumidores, como fatores culturais, que influenciam um indivíduo a consumir determinados produtos. Os fatores culturais são divididos em grupos como cultura, subcultura e classes sociais, cada um desses grupos influencia o indivíduo em uma determinada intensidade. Podemos observar esses fatores ilustrados na Figura 1 e, além deles, os fatores sociais, pessoais e psicológicos.

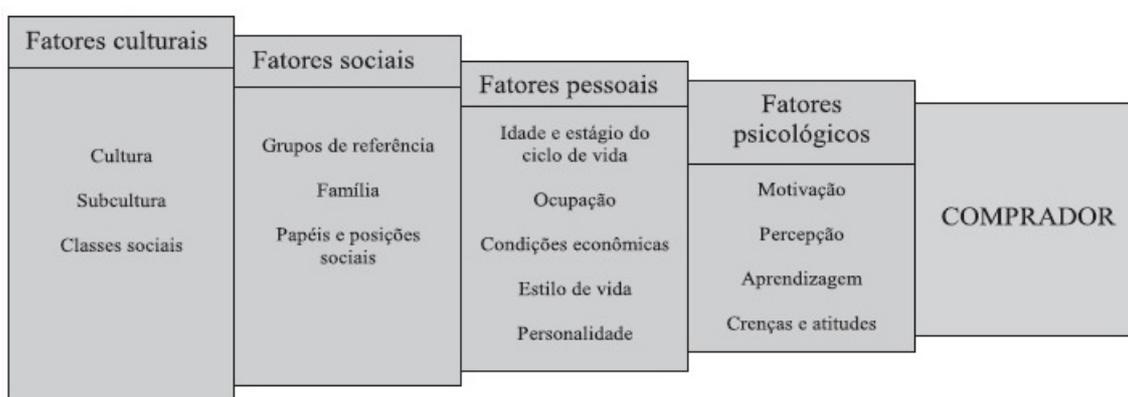


Figura 1: [Kotler 1998] Fatores que influenciam no processo de decisão de compra dos consumidores.

2. O problema

Um fator que pode influenciar na decisão de compra de um indivíduo é o preço dos produtos. Segundo uma pesquisa publicada no dia 26 de março de 2015, realizada pela Federação do Comércio do Estado do Rio de Janeiro, “Os preços são fator preponderante para a decisão de consumo”. A pesquisa revela que os preços influenciam a decisão de compra de 82,2% dos brasileiros.

A crise econômica que atingiu o Brasil em 2015 aumentou a inflação, o que fez com que consumidores sentissem seu poder de compra diminuir. Segundo uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria e divulgada em agosto de 2015, 90% dos brasileiros afirmaram que, no ano anterior à pesquisa, passaram a pesquisar mais os

preços dos produtos antes de comprá-los. Esse número é ainda maior nas periferias, sendo 95%, como ilustra a Figura 2.

Pesquisa mais o preço antes de comprar nos últimos 12 meses

Percentual de respostas por condição de município (%)



Nota: A soma pode diferir de 100% por questões de arredondamento.

Figura 2: Percentual de consumidores que pesquisam mais o preço antes de comprar nos últimos 12 meses.

Levando em consideração a diminuição do poder de compra, o aumento da pesquisa de preços pode trazer uma grande economia nas compras dos brasileiros. No cenário da cidade de Juiz de Fora, levando em consideração a quantidade de supermercados existentes e a distância entre eles, como mostra a Figura 3, essa pesquisa de preços pode exigir muitos recursos dos consumidores, como tempo e recursos de deslocamento (como combustível ou custos de transporte).

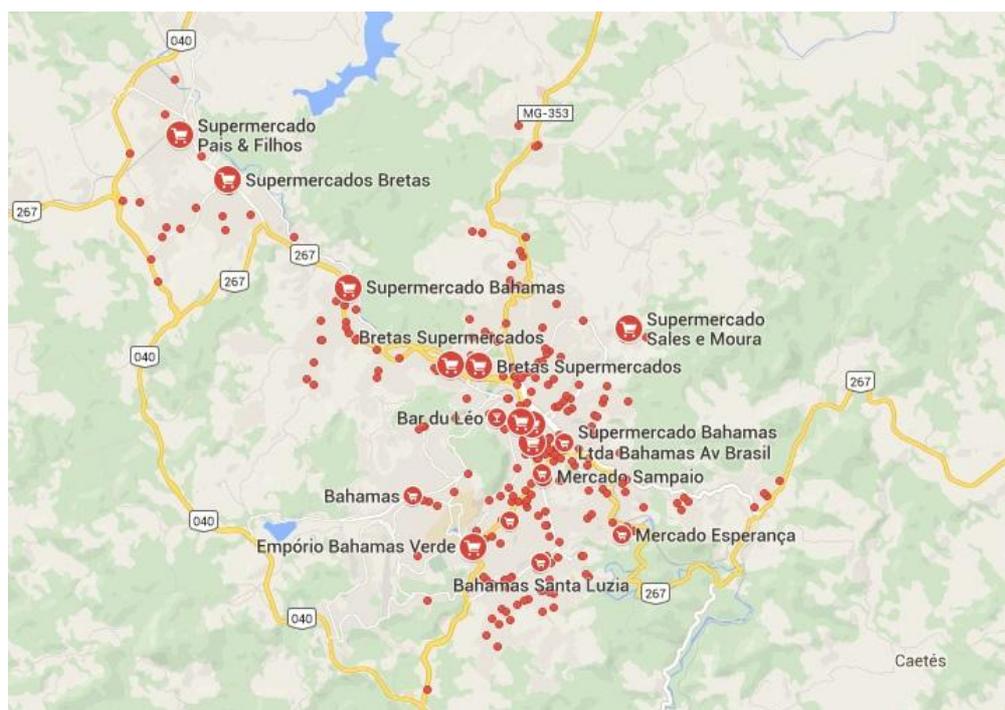


Figura 3: Localização dos Supermercados de Juiz de Fora.

Um estudo encomendado pelo Google, chamado “Our Mobile Planet” revelou que no Brasil 48% das pessoas entrevistadas fizeram algum tipo de pesquisa em lojas física antes de comprar. Além disso, 44% pesquisaram preços, produtos e funcionalidades na Internet. A pesquisa revelou ainda que 56% dos brasileiros entrevistados utilizam a Internet. As Figuras 4 e 5 ilustram partes dessa pesquisa.

What offline sources did people use to make a purchase decision?



Figura 4: A porcentagem de consumidores que pesquisam preços nas lojas físicas, segundo a pesquisa “Our Mobile Planet”, do Google.

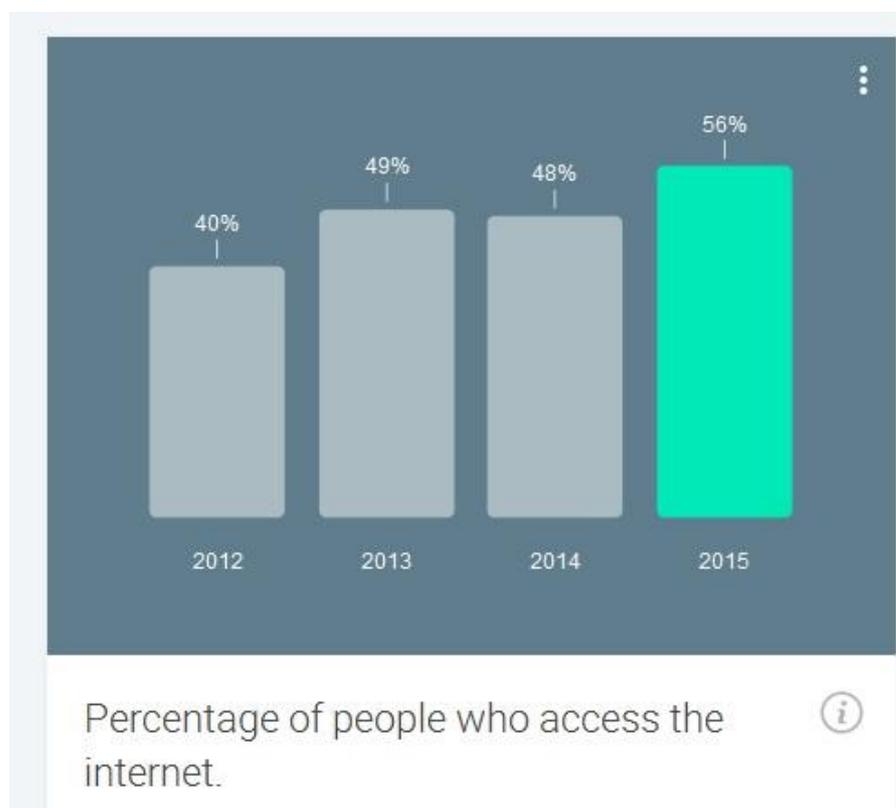


Figura 5: Pessoas com acesso à Internet, da pesquisa “Our Mobile World” [Google 2016].

Levando em consideração todos esses fatores, como a enorme quantidade de supermercados existentes e a considerável distância entre eles, a necessidade da pesquisa de preços dos consumidores antes da realização de suas compras, a grande quantidade de pessoas que acessam a Internet, inclusive para pesquisar preços, servem como oportunidade para a criação de um aplicativo. Esse aplicativo auxiliaria os consumidores em suas compras, apontando em quais supermercados cada produto está mais barato e, a partir dos produtos necessários, informados pelo consumidor, aponte quais mercados devem ser visitados levando em consideração a distância entre eles, e quais produtos devem ser comprados em cada mercado.

3. O algoritmo proposto

A questão do problema do consumidor que pretende realizar sua compra gastando o mínimo possível leva em consideração vários fatores. O consumidor possui uma lista de compras e deseja fazer o máximo de economia possível. O algoritmo deve se basear na lista de compras, inserida pelo usuário e a partir de então ver em qual supermercado cada item está mais barato. Após obter a lista de quais produtos estão mais baratos em cada mercado, o algoritmo analisa se algum dos mercados possui poucos produtos baratos, e se a resposta for afirmativa, ele redistribui estes produtos para os outros mercados, para que o consumidor não precise se deslocar a um mercado para comprar poucos produtos. Entretanto, se o produto está disponível apenas no mercado que possui poucos produtos, ele deverá necessariamente ser visitado, não tendo seus produtos redistribuídos.

3.1. Os produtos

Os produtos que formam a entrada do algoritmo não possuem nomes ou descrições, sendo representados apenas por números (por exemplo: produto 1, produto 2, etc.). A partir da definição de quantos produtos deseja-se comprar, é criado um vetor com a mesma dimensão da quantidade de produtos.

Futuramente, os produtos poderão ser cadastrados em uma base para pesquisa e os dados mais importantes serão o nome, por onde o usuário irá pesquisar o produto e o número do código de barras, que poderá ser utilizado como chave primária. Além disso, os produtos podem conter informações como imagem, descrição, quantidade, dentre outros.

3.2. Os mercados

Assim como nos produtos, os mercados que formam a entrada do algoritmo não possuem nomes ou descrições, sendo representados apenas por números (por exemplo: mercado 1, mercado 2, etc.). A partir de então, é criado um vetor com a dimensão igual ao número total de mercados que poderão ser visitados.

A distância de um mercado a outro também deve ser definida para que seja criado um grafo e posteriormente seja definido quais mercados devem ser visitados e a rota que deverá ser percorrida. A distância de um mercado a outro será armazenada em uma matriz de tamanho Mercado x Mercado (sendo Mercado o número de mercados

definido anteriormente). Dentro de dois laços aninhados, será informada a distância de um mercado a outro. O primeiro laço equivale à coluna e o segundo à linha. Por exemplo:

```

Para (i=0; i< número de mercados; i++){
    Para (j=0; j< número de mercados; j++){
        Distância[i][j] = 5;
    }
}

```

No trecho de código anterior, a distância do mercado i ao mercado j é 5. A princípio, consideramos a distância de volta igual à distância de ida. Futuramente, pretende-se carregar dados de rota do Google Maps e as distâncias de ida e de volta serão as distâncias reais de deslocamento entre os trechos, considerando o meio de transporte a ser utilizado. A Figura 6 mostra a matriz de distância de um mercado a outro.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	1	0	2	6	0	0	0	0	0	0
2	1	0	2	0	5	3	9	0	0	0	0
3	0	2	0	0	0	0	7	9	0	0	0
4	2	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0
5	6	5	0	8	0	1	0	0	7	2	0
6	0	3	0	0	1	0	6	0	0	4	0
7	0	9	7	0	0	6	0	2	0	3	1
8	0	0	9	0	0	0	2	0	0	0	4
9	0	0	0	1	7	0	0	0	0	9	0
10	0	0	0	0	2	4	3	0	9	0	1
11	0	0	0	0	0	0	1	4	0	1	0

Figura 6: Matriz de distância de um mercado a outro (Mercado X Mercado).

São criados ainda mais dois vetores com a dimensão do vetor de mercados para posteriormente auxiliarem o algoritmo de Dijkstra a definir a rota que deverá ser percorrida pelo cliente, conforme será visto na seção 5.

3.3. Disponibilidade dos produtos nos mercados

A disponibilidade de produtos nos mercados é informada de forma similar à distância de um mercado a outro. Dentro de dois laços aninhados, será informada o preço do produto

em um mercado. O primeiro “for” equivale à linha (que representa os produtos), e o segundo à coluna (que representa os mercados). Por exemplo:

```

Para ( i=0; i< número de produtos; i++){
    Para ( j=0; j< número de mercados; j++){
        Preço[i][j] = 5;
    }
}

```

Para cada produto i no mercado j será atribuído um valor. Quando o produto i não estiver disponível no mercado j , o valor atribuído será um valor muito alto (por exemplo 9999), para que o algoritmo não considere este valor como o mais barato durante a seleção dos mais baratos. Caso o produto esteja disponível, será atribuído o valor do preço do produto i no mercado j .

		Mercados										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Produtos	1	8	1	12	2	6	999	999	999	999	999	999
	2	1	999	2	11	5	3	9	12	23	3	5
	3	15	2	23	23	23	34	7	9	12	3	6
	4	2	56	999	12	8	22	21	24	1	4	2
	5	6	7	23	8	32	12	999	12	7	2	4
	6	18	3	12	1	6	21	6	23	23	4	6
	7	8	9	7	23	11	6	22	2	43	3	1
	8	1	999	9	11	22	999	2	11	12	2	4
	9	34	56	45	1	7	999	33	22	23	9	4
	10	6	34	23	22	2	999	3	22	12	3	1
	11	86	1	12	999	33	21	5	4	6	7	3

Figura 7: Matriz de Produtos X Mercados.

À medida que o algoritmo recebe os dados referentes aos preços dos produtos em cada mercado, é construída a matriz de Produtos X Mercados, que está ilustrada na Figura 7. Desta maneira, cada coluna, por exemplo coluna 1, armazena dados de todos os produtos do mercado 1. Podemos observar este exemplo na Figura 8. Da mesma maneira, cada linha, armazena os dados dos preços de um produto em todos os mercados, por exemplo, linha 1 armazena todos os preços do produto 1. Podemos encontrar este exemplo na Figura 9.

		Mercado 1
Produtos	1	8
	2	1
	3	15
	4	2
	5	6
	6	18
	7	8
	8	1
	9	34
	10	6
	11	86

Figura 8: Preços de todos os produtos no Mercado 1.

		Mercados										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Produto 1		8	1	12	2	6	999	999	999	999	999	999

Figura 9: Preços do produto 1 em todos os mercados.

3.4. Seleção de produtos mais baratos em cada Mercado

Após serem inseridos todos os preços dos produtos de cada mercado na matriz, o algoritmo percorre cada linha procurando qual é o menor preço de cada produto nos mercados. Um novo vetor é criado para armazenar em qual mercado cada produto está mais barato. Este vetor tem a quantidade de elementos igual ao número de produtos, o índice de cada posição do vetor equivale ao número do produto (ex: posição 1 equivale ao produto 1) e, dentro de cada posição, será armazenado o número equivalente ao mercado onde o produto está mais barato (por ex: produto 1 está mais barato no mercado 2, então na posição 1 do vetor será alocado o número 2). A Figura 10 mostra a matriz completa, com todos os preços de cada produto em cada mercado. Em vermelho estão marcados os menores preços de cada produto. A Figura 11 representa o vetor onde serão alocados os mercados onde cada produto está mais barato.

		Mercados										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Produtos	1	8	1	12	2	6	999	999	999	999	999	999
	2	1	999	2	11	5	3	9	12	23	3	5
	3	15	2	23	23	23	34	7	9	12	3	6
	4	2	56	999	12	8	22	21	24	1	4	2
	5	6	7	23	8	32	12	999	12	7	2	4
	6	18	3	12	1	6	21	6	23	23	4	6
	7	8	9	7	23	11	6	22	2	43	3	1
	8	1	999	9	11	22	999	2	11	12	2	4
	9	34	56	45	1	7	999	33	22	23	9	4
	10	6	34	23	22	2	999	3	22	12	3	1
	11	86	1	12	999	33	21	5	4	6	7	3

Figura 10: Matriz Produtos X Mercados, com os preços mais baratos destacados.

Produto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Está mais barato no mercado	2	1	2	9	10	4	11	1	4	11	2

Figura 11: Vetor que mostra onde cada produto está mais barato.

Após a definição do vetor que mostra quais produtos estão mais baratos em cada mercado, são criados três novos vetores, um para a quantidade de produtos mais baratos por mercado (representado na Figura 12), um segundo bem semelhante, porém com a quantidade de produtos mais barata por mercado ordenada, e um terceiro para manter o índice equivalente à quantidade mais barata (que indica o mercado). Ou seja, o primeiro vetor é ordenado e dividido em 2, onde um vetor guarda o índice da posição do vetor onde está a quantidade e o outro o conteúdo de cada posição do vetor (que indica a quantidade em si).

		Mercados										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Produtos	2	3	0	2	0	0	0	0	1	1	2	

Figura 12: Vetor que mostra a quantidade de produtos mais barata por mercado.

3.5. Realocação de produtos dos mercados com poucos produtos

Após ter a lista de todos os mercados que possuem produtos mais baratos, é avaliado se algum deve ser cortado da lista. Como critério para eliminar mercados, estabeleceu-se um piso de 20% dos produtos totais, ou seja, se a lista possui 10 produtos, um mercado precisa ter pelo menos 2 produtos para ser visitado. Quando 20% do total de produtos for um número com decimais, o mínimo de produtos que um mercado deverá ter para ser visitado será a parte inteira do número. Por exemplo, para 11 produtos, 20% seria 2,2, então um mercado deverá ter pelo menos 2 produtos para ser visitado.

Quando um mercado possui menos que 20% dos produtos totais mais baratos, os produtos que seriam comprados nele são realocados para mercados que possuem mais produtos, levando em consideração que não vale a pena se deslocar a um mercado para comprar poucos produtos (proporcionalmente à lista). Entretanto, caso um produto esteja disponível apenas em um mercado, mesmo que este tenha menos produtos que a porcentagem determinada, ele deverá ser visitado, para que todos os produtos possam ser comprados.

Após definida a quantidade mínima de produtos que um mercado deve ter para ser visitado, é feita uma análise para saber se os mercados com a quantidade mínima de produtos também atendem aos que seriam comprados nos mercados que não possuem a quantidade mínima de produtos. Essa análise é feita utilizando o vetor com a quantidade de produtos por mercado ordenada (Figura 13), o vetor que possui a ordem dos mercados com maiores quantidades de produtos ordenadas (Figura 14) e a matriz de Produtos X Mercados (Figura 7).

Caso os mercados com mais produtos tenham disponíveis os produtos dos mercados candidatos à exclusão, os mercados com menos de 20% dos produtos serão excluídos, caso contrário, para que todos os produtos possam ser comprados, os mercados que possuem estes produtos não disponíveis nos outros mercados não serão excluídos da lista (mesmo tendo menos de 20% dos produtos totais).

Produtos	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 13: Vetor que mostra a quantidade de produtos mais barata por mercado ordenada.

Índices (mercados)	2	1	4	11	9	10	3	5	6	7	8
---------------------------	---	---	---	----	---	----	---	---	---	---	---

Figura 14: Vetor que mostra o mercado equivalente a cada posição do vetor da Figura 13.

3.6. Lista Final de mercados a serem visitados

Após definidos quais mercados definitivamente serão visitados, excluindo os com menos que 20% do total de produtos, temos a lista final de mercados a serem visitados. Esses mercados são informados ao algoritmo de Dijkstra, para que seja definida qual rota será percorrida. O algoritmo de cálculo da rota utiliza também os dados da distância entre cada mercado, definidos anteriormente em uma matriz Mercado X Mercado,

conforme seção 3.2, onde são armazenadas as distâncias do mercado indicado na linha até o mercado indicado na coluna (exemplo na Figura 6).

4. Teoria dos Grafos

Após os mercados que deverão ser visitados serem definidos, eles são informados ao algoritmo de Dijkstra. Este algoritmo calcula o caminho de menor custo que visita todos os nós do grafo (no caso, todos os mercados), estudado na Teoria dos Grafos.

A Teoria dos Grafos é estudada há séculos, e uma das publicações mais importantes foi a de Euler, em 1736, que fala sobre as pontes de Königsberg, cidade onde sete pontes estabeleciam conexões entre as margens de um rio e duas ilhas. Neste artigo, Euler fala sobre o problema que consiste em passar por todas as pontes, a partir de um determinado ponto, e por fim retornar ao ponto inicial.

4.1. Representações de grafos

Os grafos podem ser representados de maneiras diferentes, como por exemplo por matriz de adjacência. Uma matriz de adjacência possui uma linha para cada nó, e uma coluna para cada nó do grafo. Quando existe caminho entre um nó e outro, por exemplo nó 1 ao nó 2, a posição de interseção entre a linha de 1 e a coluna de 2 terá um valor não nulo, sendo este número normalmente o custo para deslocamento de 1 até 2.

5. Dijkstra

O algoritmo de Dijkstra é o mais conhecido e o mais empregado dos algoritmos para cálculo de caminho de custo mínimo entre uma origem e os demais vértices de um grafo. Este algoritmo tem como objetivo definir um vértice como ponto inicial e calcular o caminho de custo mínimo para percorrer todo o grafo. O algoritmo pode ser aplicado sobre grafos orientados ou não, e as arestas não podem possuir peso negativo. A Figura 15 mostra um exemplo de grafo.

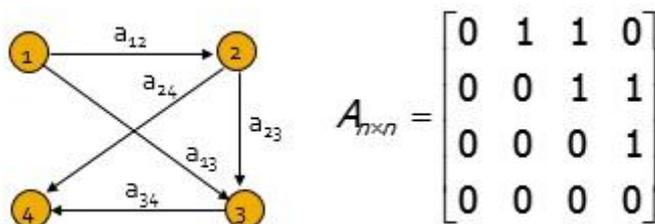


Figura 15: Um grafo e sua representação em matriz de adjacência [Zanetti 2014].

5.1. Implementação do algoritmo Dijkstra

A implementação do algoritmo de Dijkstra pode ser feita da seguinte maneira:

Sendo i o número de vértices do grafo, serão necessários três vetores:

Dijkstra[i], o vetor solução e será inicializado com 0 em todas as posições;

Distância[i], o vetor de custo, e será inicializado com um número muito grande;

Pai[i], vetor que armazena o antecessor do vértice corrente da solução, e será inicializado com -1 em todas as posições;

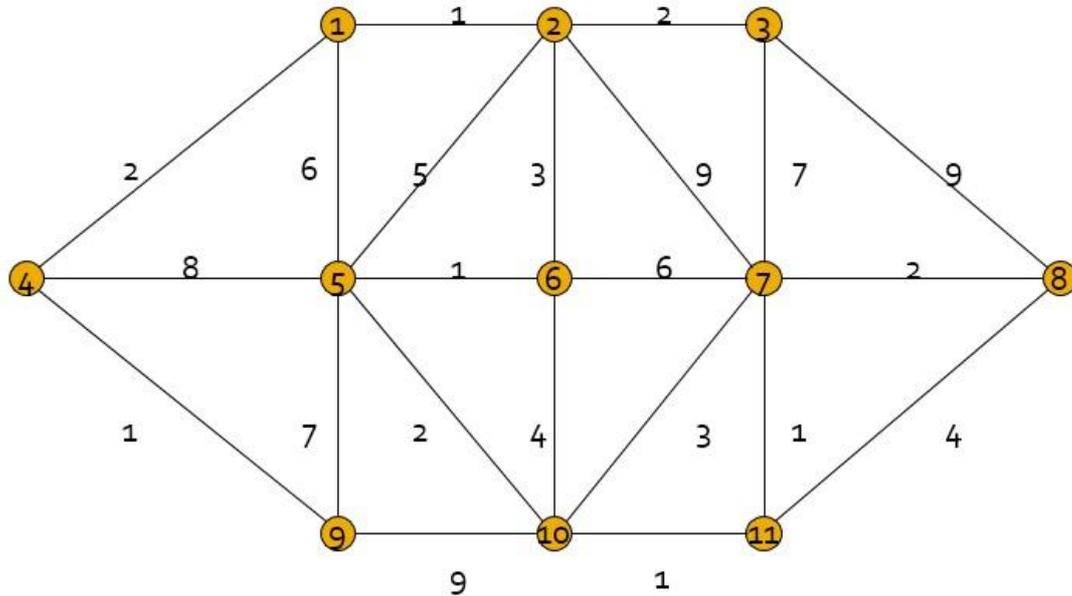


Figura 16: Grafo não orientado [Zanetti 2014].

O primeiro passo do algoritmo é definir o vértice de origem. O vértice de origem inicia sendo o vértice corrente do algoritmo. O vetor Distância para a posição do vértice corrente receberá a distância pai + distância do atual, que no caso do vértice de origem é 0, já que a distância da origem a ele é 0; Para todos os próximos vértices selecionados, estes passos serão repetidos: 1- Na posição do vetor Dijkstra, ele receberá 1, para demonstrar que ele agora está na solução; 2- Para cada vértice adjacente aos vértices já “avaliados”, cujas distâncias e o pai já foram informados (inseridos nos vetores), será informada a distância do pai dele + a distância de seu vértice, e na posição do vetor Pai será colocado o vértice anterior; 3- O próximo vértice a ser visitado é o que possui a menor distância e não está na solução. A Figura 17 ilustra esses passos descritos a partir da origem.

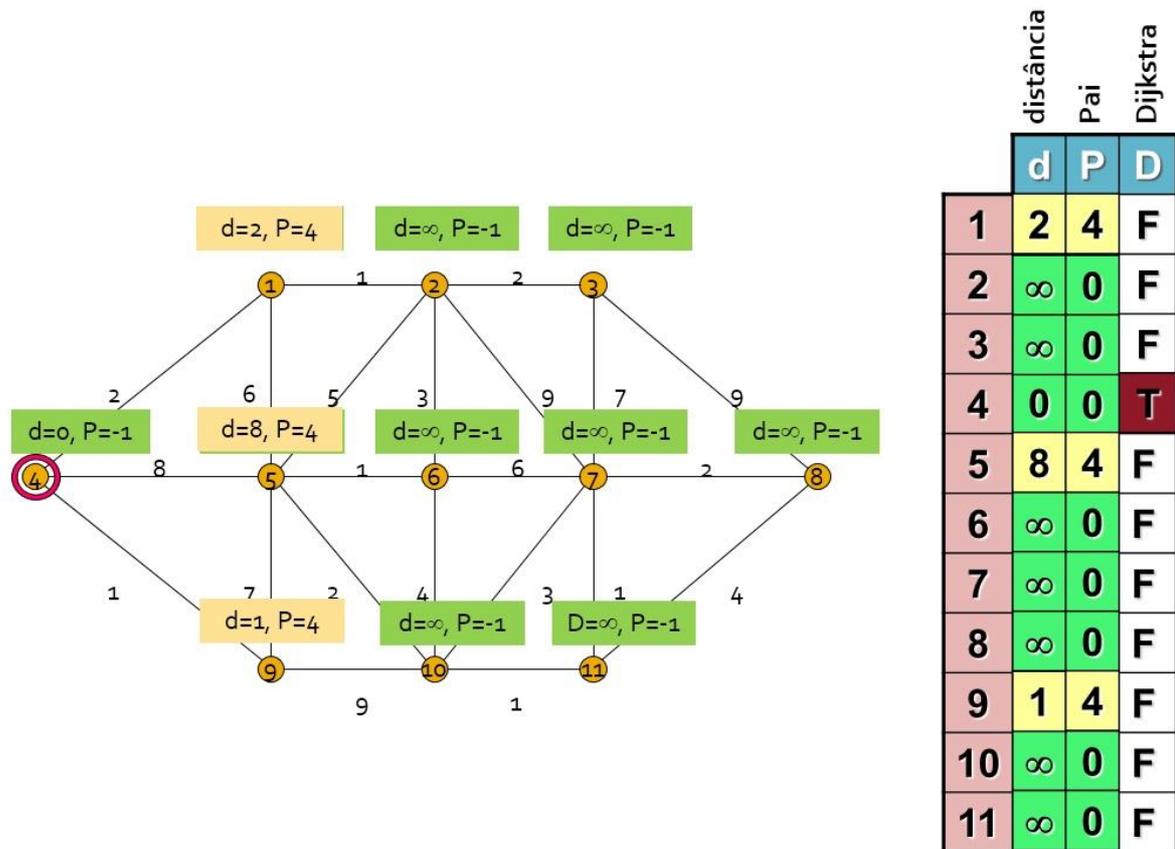


Figura 17: Ilustração da implementação do algoritmo de Dijkstra [Zanetti 2014].

Na Figura 17, podemos observar que o vértice 4 é a origem, na sua posição no vetor distância está o 0, que é a distância do vetor 4 à origem, sendo ele mesmo a origem. Sua posição no vetor Dijkstra é T, que significa “true”, ou seja, está na solução, e na implementação do algoritmo recebe 1. Para cada vetor adjacente aos “avaliados”, neste caso os adjacentes de 4, foram informadas distância do pai + a distância de seu vértice, e também foi informado quem é seu pai (o vetor adjacente que havia sido “avaliado” anteriormente). O próximo vértice a ser visitado é o 9, pois tem a menor distância. Todos os passos anteriores são repetidos com o 9 agora sendo o vértice atual, a Figura 18 ilustra a solução após repetição destes passos. Ao fim da execução, o algoritmo de Dijkstra imprime qual é o caminho de menor custo, a partir da origem, esse caminho é dado pela ordem de que os vértices são inseridos na solução.

O algoritmo descrito nesta seção foi implementado, e a partir da lista de mercados a serem visitados, gerada pelo algoritmo de seleção dos mercados, e dos pesos de deslocamento entre eles, o usuário teve acesso à rota de mercados a serem visitados e aos produtos a serem comprados em cada um deles.

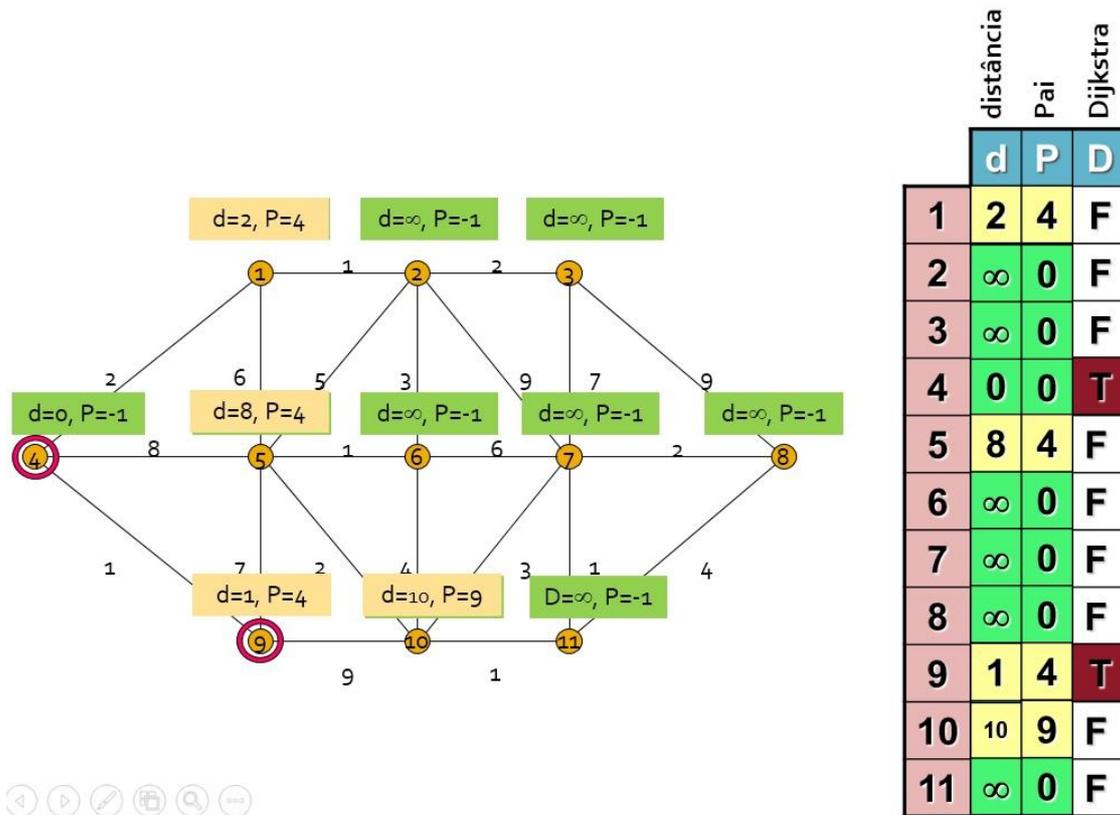


Figura 18: Ilustração da implementação do algoritmo de Dijkstra [Zanetti 2014].

6. Resultados e Testes

Testes foram realizados para validar o método. Em um dos testes haviam 11 produtos e 11 mercados, e cada produto estava presente apenas em um mercado, forçando o algoritmo a visitar todos os mercados. As distâncias entre os mercados deste exemplo estão representadas na Figura 6, e a representação do cálculo da rota deste exemplo está representada na seção 5.1, nas figuras 17 e 18. A ordem de visitação dos mercados será, de acordo com o número do mercado: 4 – 9 – 1 – 2 – 3 – 6 – 5 – 10 – 11 – 7 – 8.

Em outro teste realizado haviam também 11 mercados e 11 produtos, porém desta vez a maioria dos produtos estavam presentes em mais de um mercado, menos os produtos 5 e 7, que estavam presentes apenas nos mercados 5 e 7, respectivamente. Os mercados 1, 2 e 4 possuíam produtos mais baratos o suficiente para serem visitados, mas o mercado 9 possuía apenas 1 produto mais barato, que deveria ser realocado para outro mercado a ser visitado. A Figura 19 mostra a matriz Produtos X Mercados, que ilustra esse exemplo. O algoritmo conseguiu chegar a resposta correta, que os mercados 1, 2, 4, 5 e 7 deveriam ser visitados. A Figura 20 mostra a distância entre os mercados deste exemplo. O algoritmo de Dijkstra encontrou que o menor caminho a ser visitado é passando pelos mercados na seguinte ordem: 4 – 1 – 2 – 5 – 7. Neste exemplo, o algoritmo provou que é capaz de realocar produtos dos mercados que possuem poucos produtos, de acordo com o critério definido na seção 3.5. Além disso, o algoritmo

visitou os mercados que possuíam um produto exclusivamente, mantendo a compra de todos os produtos independente da quantidade de produtos mais baratos do mercado.

		Mercados										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Produtos	1	8	1	12	2	6	999	999	999	999	999	999
	2	1	999	2	11	5	3	9	12	23	3	5
	3	15	2	23	23	23	34	7	9	12	3	6
	4	2	56	999	12	8	22	21	24	1	4	2
	5	999	999	999	999	32	999	999	999	999	999	999
	6	18	3	12	1	6	21	6	23	23	4	6
	7	999	999	999	999	999	999	22	999	999	999	999
	8	1	999	9	11	22	999	2	11	12	2	4
	9	34	56	45	1	7	999	33	22	23	9	4
	10	6	34	23	22	2	999	3	22	12	3	1
	11	86	1	12	999	33	21	5	4	6	7	3

Figura 19: Ilustração de um exemplo da matriz Produtos X Mercados.

	1	2	4	5	7
1	0	1	2	6	0
2	1	0	0	5	9
4	2	0	0	8	0
5	6	5	8	0	8
7	0	9	0	8	0

Figura 19: Ilustração de um exemplo da matriz Produtos X Mercados.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho mostra uma técnica eficiente de desenvolvimento de um assistente de compras. A partir de informações básicas, como preços de vários produtos em diversos mercados e métricas de peso de deslocamento geográfico entre mercados, o sistema apresenta uma solução que permite ao usuário comprar todos os produtos da lista em um número selecionado de mercados, com uma rota de percurso eficiente. Foram

executados vários testes com diversas instâncias de entrada, que validaram a correção dos algoritmos utilizados e desenvolvidos.

Em trabalhos futuros pretende-se investigar melhores possibilidades de ponto de corte dos mercados com menos de 20% dos produtos totais. Este novo ponto de corte pode ser baseado em diferentes fatores que podem influenciar no poder de decisão do consumidor, como histórico de preços do produto nos últimos dias, nível de necessidade da compra dos produtos e distância do mercado, entre outros.

A princípio, o algoritmo garante que todos os produtos disponíveis sejam comprados, mesmo que o consumidor tenha que se deslocar a uma longa distância para adquirir apenas um produto. Pode ser levado em consideração em trabalhos futuros dar ao usuário o poder de decisão, como por exemplo, se ele está disposto a ir a um mercado distante para comprar um produto.

Em trabalhos futuros, pretende-se criar um aplicativo mobile que utilize o algoritmo de otimização de suporte a compras com suporte a rota e integre o algoritmo de Dijkstra ao Google Maps para receber dados sobre localização, como distância exata em km entre os mercados, além de sentido de circulação das vias e tempo estimado de percurso. Pretende-se, também, integrar o programa a aplicativos assistentes colaborativos de condições de rotas e trânsito, por exemplo [Waze 2016], para otimizar ainda mais a rota de deslocamento do consumidor durante suas compras.

Referências

- Bryto, K. K. C, Souza, A. S, Paiva, D. M, Gomes, F. N., Moraes, J. M., Silva, N. T. (2012) “Evolução Histórica do Comércio: Passado, presente e futuro do diversificado comércio”
- Medeiros, J. F. and Cruz, C. M. L. (2006) “Comportamento do consumidor: fatores que influenciam no processo de decisão de compra dos consumidores”.
- Oliveira, P. (2006). “Comportamento do consumidor: fatores que influenciam no processo de decisão de compra dos consumidores finais”.
- Serpa, D. A., & Avila, M. G. (2004). “Percepção sobre preço e valor: um teste experimental”. *RAE-eletrônica*, 3(2), 1-19.
- Kotler, P. (1994). Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. Atlas.
- Zanetti, M. (2014) Material da Disciplina de Teoria dos Grafos, do Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas – Campus Juiz de fora.
- Informativo da Secretaria de Comércio e Serviços (2016), http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1427461629.pdf, Janeiro
- Retratos da Sociedade Brasileira, Crise econômica III – Inflação e consumo (2016), <http://www.ibope.com.br/pt-br/noticias/Documents/RSB%2026%20Crise%20Econ%C3%B4mica%20Infla%C3%A7%C3%A3o%20e%20Consumo%20Agosto%202015.pdf>, Janeiro
- Google (2016) “Our Mobile Planet”, <https://www.consumerbarometer.com/en/>, Janeiro

Carvalho, M. A. (2005) “Teoria dos Grafos - Uma Introdução”, http://www.ft.unicamp.br/~magic/ft024/apografos_ceset_magic.pdf, Janeiro

Waze (2016) “Aplicativo gratuito de trânsito e navegação baseado em mapas da comunidade”, <https://www.waze.com/pt-BR>, Janeiro