



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII – GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

BRUNO SALVADOR PEREIRA

**UM ALGORITMO PARA CALCULAR O MENOR CUSTO DE COMPRAS EM
SUPERMERCADOS CONSIDERANDO O PREÇO DO PRODUTO E O
DESLOCAMENTO**

**PATOS - PB
2019**

BRUNO SALVADOR PEREIRA

**UM ALGORITMO PARA CALCULAR O MENOR CUSTO DE COMPRAS EM
SUPERMERCADOS CONSIDERANDO O PREÇO DO PRODUTO E O
DESLOCAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito parcial
à obtenção do título de bacharel em Ciência
da Computação.

Orientador: Prof. Me. Pablo Roberto Fernandes de Oliveira.

**PATOS - PB
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P436a Pereira, Bruno Salvador.

Um algoritmo para calcular o menor custo de compras em supermercados considerando o preço do produto e o custo com deslocamento [manuscrito] / Bruno Salvador Pereira. - 2019.

35 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2019.

"Orientação : Prof. Me. Pablo Roberto Fernandes de Oliveira, Coordenação do Curso de Computação - CCEA."

1. Algoritmo de busca. 2. Supermercado. 3. Compras. I.

Título

21. ed. CDD 004.6

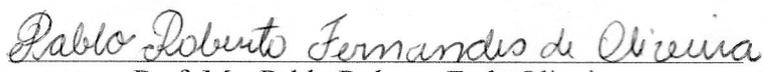
Bruno Salvador Pereira

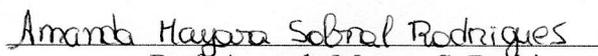
**UM ALGORITMO PARA CALCULAR O MENOR CUSTO DE COMPRAS EM
SUPERMERCADOS CONSIDERANDO O PREÇO DO PRODUTO E O
DESLOCAMENTO**

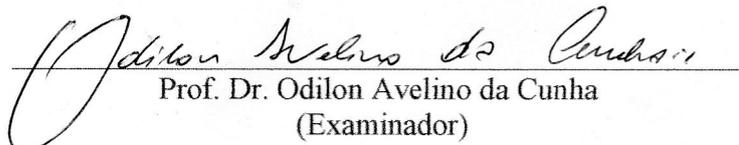
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Ciências da
Computação da Universidade Estadual da
Paraíba, em cumprimento à exigência para
obtenção do grau de Bacharel em Ciência da
Computação.

Aprovado em 25/11/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Pablo Roberto F. de Oliveira
(Orientador)


Prof. Amanda Mayara S. Rodrigues
(Examinadora)


Prof. Dr. Odilon Avelino da Cunha
(Examinador)

Aos meus pais e minhas irmãs, os quais amo, pelo apoio e incentivo, DEDICO.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Problema.....	8
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	9
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	9
1.3 Proposta de Solução.....	9
1.4 Justificativa.....	10
1.4.1 <i>Importância científica e social</i>	10
1.4.2 <i>Motivação do autor</i>	10
1.5 Metodologia.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Supermercados.....	14
2.2 Precificação dos produtos praticados em supermercados.....	14
2.3 Formação de preços.....	14
2.4 Pesquisa Operacional.....	16
2.5 Teoria dos grafos.....	16
2.5.1 <i>A busca do melhor caminho</i>	17
2.6 Algoritmos.....	18
2.6.1 <i>Algoritmos de busca de caminho mínimo</i>	18
2.7 Trabalhos relacionados.....	19
3 MODELAGEM DA SOLUÇÃO.....	20
3.1 Caracterização do problema.....	20
3.2 Solução adotada.....	22
3.3 Desenvolvimento do Algoritmo.....	23
4 RESULTADOS.....	26
4.1 Protótipo.....	26
4.2 Execução do Algoritmo.....	27
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	32

UM ALGORITMO PARA CALCULAR O MENOR CUSTO DE COMPRAS EM SUPERMERCADOS CONSIDERANDO O PREÇO DO PRODUTO E O DESLOCAMENTO

Bruno Salvador Pereira¹

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar um algoritmo para auxiliar um usuário em compra econômica em supermercados, levando em consideração o preço total de uma lista de produtos e o custo com o deslocamento do até esse(s) supermercado(s). Inicialmente, foi realizado um estudo bibliográfico sobre os assuntos pertinentes ao tema proposto neste trabalho, a fim de explanar todo o contexto. Por conseguinte, foi realizado o levantamento dos dados que seriam considerados no desenvolvimento do algoritmo, os quais foram obtidos por meio de um projeto de extensão da Universidade Estadual da Paraíba. Por fim foi desenvolvido um protótipo com uma interface simples para representar a interação com o usuário. Como resultado, foi desenvolvida uma solução considerada válida para o problema da compra econômica. Não foi possível utilizar os preços reais em razão da existência de muitas marcas de um mesmo produto, o que dificultou a obtenção desses dados. Concluiu-se que o protótipo desenvolvido retorna o(s) supermercado(s) com a melhor opção de compra, considerando o valor do produto e o custo total de deslocamento, sendo que os valores referentes ao deslocamento é variável devido as várias formas que um consumidor tem de se locomover até o(s) estabelecimento(s).

Palavras-Chave: Algoritmo de busca. Compra Econômica. Supermercado.

1 Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, brunosalvador145@gmail.com

ABSTRACT

This paper aims to present an algorithm to assist a user in economical purchases in supermarkets, taking into account the total price of a product list and the cost to travel to that supermarket. Initially, a bibliographical study was conducted on the subjects relevant to the theme proposed in this paper, an end of explanation about the whole context. For example, it was conducted or survey data that consider not to develop algorithm, which are used by an extension project of the State University of Paraíba. Finally, a prototype with a simple interface for user interaction was developed. As a result, a valid solution to the economical purchasing problem was developed. It was not possible to use actual prices because there are too many brands of the same product, or make it difficult to use this data. It was concluded that the prototype developed recovers supermarket with a better purchase option, considering the value of the product and the total total cost of displacement, and the values indicated in the displacement are variable due to the various forms. that a consumer has to travel to the establishment.

Keywords: Search algorithm. Economic purchase. Supermarket.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente é notável os vários estabelecimentos na cidade de Patos - PB fornecendo ao público uma diversidade de produtos alimentícios que são consumidos diariamente na sociedade. Consumidores comumente podem analisar e comparar, condicionadas pelas restrições de renda, várias situações de compra para uma tomada de decisão, buscando maximizar sua satisfação (Engel, Blakwell e Miniard, 1985).

Entre os vários produtos disponíveis em supermercados, alguns alimentos estão entre os mais consumidos segundo a última Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada pelo IBGE (2009), como o arroz, feijão e carne.

Sendo assim, alguns produtos foram considerados essenciais para um consumo mensal ou semanal, conforme determina o decreto-lei N° 399 de 30 de abril de 1938. No texto desta lei é instituído treze itens básicos que devem compor a chamada Cesta Básica: carne, leite, feijão, arroz, farinha, batata, tomate, pão, café, banana, óleo vegetal, açúcar e manteiga. Estes produtos podem ser substituídos por outros itens equivalentes, cuja relação é descrita no texto desta lei, disponível na base da receita federal – CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas)².

Todos esses produtos podem ser encontrados em supermercados, além de diversos outros alimentos perecíveis e não perecíveis. Entretanto, cada estabelecimento possui sua própria política de preços para seus produtos. Isso leva os consumidores a buscar a melhor opção de compra, tendo em vista que a diferença no custo final pode ser significativa entre os supermercados.

A Associação Paulista de Supermercados (APAS) realizou uma pesquisa com mais de dois mil brasileiros acima de 16 anos intitulada “Tendências do Consumidor em Supermercados 2018/2019”. A pesquisa mostrou que 66% dos entrevistados escolhem os supermercados levando em consideração preço, qualidade, variedade de produtos e localização.

Nesses supermercados existe uma diferença de preços entre os diversos produtos ofertados em suas prateleiras, conforme pode ser constatado nos dados coletados no projeto de extensão realizado pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) na cidade de Patos. No projeto, uma equipe de alunos coletam os preços dos produtos da cesta básica em vários estabelecimentos da cidade, uma vez por

² Site: <http://www.fazenda.df.gov.br/aplicacoes/busca/resultado.cfm>

mês. Essas informações podem ser consultadas no site www.ipcpatos.com.br.

Apesar do conhecimento de que há estabelecimentos com preços mais elevados que outros, muitas vezes sendo exatamente o mesmo produto, é trabalhoso identificar os supermercados com as melhores ofertas, considerando que existem vários estabelecimentos por toda a cidade. Além disso, o custo com deslocamento pode propiciar um gasto maior.

Assim, para este trabalho, uma compra econômica se constitui em uma compra realizada pelo consumidor, onde o valor total de uma lista de produtos desejada pelo mesmo, juntamente com o custo de deslocamento, apresenta o menor valor possível, considerando até dois supermercados.

Esta pesquisa considera apenas os produtos da cesta básica na elaboração da solução, visto que estes itens são trabalhados no projeto de extensão na UEPB, os quais apresentam os preços reais dos produtos, bem como a relação de todos os estabelecimentos pesquisados.

1.1 Problema

Sabendo-se que os preços se distinguem nos supermercados, consoante o projeto de extensão mencionado, é economicamente mais viável ao consumidor buscar comprar no lugar mais barato. Alimentos como os da cesta básica que são comuns em todo o território nacional, apresentam, muitas vezes, diferenças de preço significativas nos estabelecimentos de uma mesma cidade. Todavia, não é fácil encontrar o estabelecimento com a melhor precificação sem o auxílio de alguma tecnologia, tendo em vista o grande número de pontos comerciais distribuídos em vários lugares do município. Depois, percorrer todos esses supermercados pesquisando os melhores preços é demasiadamente custoso, o que não se constituiria em uma economia.

Assim, o problema identificado é encontrar o supermercado que ofereça o melhor preço para os produtos da cesta básica, juntamente a um deslocamento menos custoso. Pois, nesse contexto, da posição inicial do consumidor até regressar ao mesmo ponto pode acarretar mais despesas para se considerar no custo final de suas compras. Em tese, ainda que um supermercado 'A' ofereça um menor preço para determinado produto; o supermercado 'B' com o mesmo produto mais caro, pode ser a melhor opção, considerando o tempo e custo com o deslocamento.

1.2 Objetivos

Objetivo geral se refere à finalidade principal de realização deste trabalho. Os objetivos específicos complementam o objetivo geral.

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um algoritmo de busca para o problema de compras econômicas em supermercados, considerando o custo total dessas compras e o custo com a distância até o(s) estabelecimento(s).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os supermercados localizados em Patos-PB;
- Obter os preços dos produtos da cesta básica de cada supermercado;
- Realizar mapeamento das rotas entre os supermercados;
- Implementar uma heurística, considerando o desenvolvimento de um algoritmo;
- Desenvolver um protótipo para validação da solução com os dados coletados.

1.3 Proposta de Solução

Considerando esse contexto, a proposta do presente trabalho consiste em desenvolver um algoritmo que busque a melhor opção de compra em até dois supermercados, tendo em vista o preço total que este oferta para uma lista de compras, bem como o custo decorrente do deslocamento entre o consumidor e o estabelecimento.

De fato, nem sempre o estabelecimento com a melhor oferta de preço pode oferecer a melhor vantagem, pois a distância que este pode estar do consumidor pode ser demasiadamente custosa para o mesmo. Isso pode ser indesejado, visto que quanto maior a distância, maior o custo com o deslocamento e maior o tempo gasto. O algoritmo deve considerar o custo que o usuário poderá ter no percurso

total para ser somado ao custo da compra. Com base nesses dados, é possível encontrar a compra econômica mais viável.

1.4 Justificativa

1.4.1 Importância científica e social

Esta pesquisa pode fomentar ainda mais o estudo da aplicação da Ciência da Computação, na cidade de Patos, em problemas comuns na sociedade. Estas aplicações são funcionais, e estão ganhando cada vez mais espaço no mercado em virtude de sua praticidade e eficiência para realizar atividades que antes eram demasiadamente custosas.

Além disso, o trabalho também pode contribuir socialmente, visto que a aplicação de um algoritmo pode favorecer a sociedade como um todo, sobretudo aos mais pobres. Nesse contexto, vale citar o trabalho de Oliveira et al. (2016) em que é apresentada uma heurística, a partir de um algoritmo de caminho mínimo, para auxiliar pessoas com dificuldade de locomoção em vias acessíveis da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, trazendo contribuição significativa para esse grupo de pessoas. Assim também como o trabalho de Martins (2015) que apresenta um algoritmo para criação de rotas de compras econômicas.

1.4.2 Motivação do autor

A motivação para desenvolver esta pesquisa veio a partir de um projeto de extensão desenvolvido no campus VII da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e coordenado pelo professor Dr. Odilon Avelino. O projeto consiste na coleta de preços, uma vez por mês, dos produtos que compõem a cesta básica (treze itens) em alguns supermercados da cidade de Patos-PB, no entanto são considerados apenas doze alimentos. Após a apuração dos dados, é elaborado um relatório mensal apresentando informações sobre os preços praticados por esses estabelecimentos, bem como um histórico de precificação para cada produto e gráficos de variação de preços.

Os dados descritos em planilhas são divulgados em um site³, onde todos

³ Site do projeto de extensão: <http://www.ipcpatos.com.br/>

podem acessar livremente para verificar estas informações. Com isso, o principal objetivo do projeto é informar a população sobre os preços praticados por esses supermercados, contribuindo para que esta realize uma compra econômica.

1.5 Metodologia

Mediante o tema e o problema pautado neste trabalho, tendo o propósito de alcançar os objetivos definidos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os conceitos descritos nesta pesquisa, ampliando o conhecimento e um maior entendimento sobre o cenário técnico científico.

Foi utilizado uma metodologia baseada em *Design Science Research* (DSR), uma metateoria que investiga a geração de conhecimento no processo de concepção de artefatos⁴. Em suma, trata-se de uma metodologia que auxilia o pesquisador a criar conhecimento durante os processos de concepção de artefatos, o que se constitui em pesquisa de caráter científico (BAX, 2014).

Bax (2014) afirma que o conhecimento e a compreensão de um dado problema e sua solução são obtidos com o desenvolvimento e aplicação de um artefato projetado. Vale destacar que o DSR não busca alcançar grandes teorias ou leis gerais, mas procura identificar e compreender os problemas do mundo real e propor soluções apropriadas (HEVNER et al., 2004).

Desta forma o problema pode ser apresentado mediante questões baseadas no paradigma DSR, conforme propõe Hevner et al. (2004). Segundo o autor pode ser definida uma questão geral de pesquisa (QGP) referente ao problema, decompondo-a em questões secundárias de pesquisa (QSP). Abaixo são apresentadas a questão geral e as questões específicas definidas neste trabalho.

QGP - Como obter o melhor custo-benefício em uma compra entre vários supermercados, levando em consideração o custo total dessas compras e o deslocamento até o estabelecimento?

QSP1 - Como identificar os supermercados que serão pesquisados?

QSP2 - Como obter os preços dos produtos da cesta básica nos supermercados considerados?

QSP3 - Como mapear as rotas entre os supermercados e o consumidor?

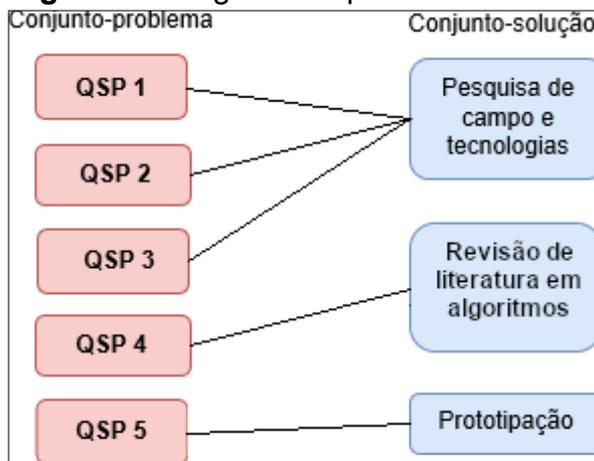
⁴ Artefato é uma parte de informação que é produzida, modificada ou utilizada por um processo (Kroll & Kruchten, 2003).

QSP4 - Como será implementada a heurística, considerando o desenvolvimento de um algoritmo?

QSP5 - Como validar solução proposta neste trabalho?

Na metodologia *Design Science*, um trabalho precisa elaborar um estudo de relação de conjuntos, formados por métodos específicos, os quais serão utilizados para uma melhor compreensão do problema e de sua solução. Os conjuntos para essa aplicação são chamados de conjunto-problema, apresentando as questões de pesquisa, e conjunto-solução, cujos elementos são soluções para o conjunto-problema (WIERINGA, 2014). A figura a seguir mostra a relação dos dois conjuntos, onde no conjunto-solução tem-se os métodos propostos para a solução.

Figura 1 - Diagrama explicativo baseado no Design Science



Fonte: Autor

Na figura 1, tem-se a relação entre as questões secundárias de pesquisa (QSP) com o seu conjunto solução. Nota-se que QSP 1, QSP 2 e QSP 3 se relacionam com o mesmo método de solução, a pesquisa de campo e tecnologias, assim como a QSP 4 se associa ao método de revisão de literatura. A questão QSP 5 apresenta solução específica através do método da prototipação.

- **Pesquisa de campo e tecnologias:** Os dados referentes ao supermercado, como nome, localização e preço dos produtos são obtidos através de uma pesquisa de campo, cuja iniciativa vem sendo realizada pelo projeto de extensão mencionado na seção 1.4.2. Quanto ao mapeamento das rotas, deve ser utilizado um serviço de pesquisa gratuito disponibilizado pela empresa Google, o *Google Maps*. As informações coletadas devem ser usadas na prototipação do

algoritmo para alcançar resultados reais.

- **Revisão de literatura em algoritmos:** Conforme afirma Kitchenham (2007), uma revisão de literatura é um método utilizado para identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante. Com isso, a revisão de literatura sintetiza o trabalho de um modo que seja justo e coerente. Sendo assim, este trabalho visa analisar o estudo de algoritmos para desenvolver uma solução de busca econômica que atenda os objetivos da problemática apresentada na seção 1.2.
- **Prototipação:** Após toda a elaboração do algoritmo, deve ser concebido um protótipo para auxiliar na compreensão do algoritmo. O protótipo deve apresentar uma solução para o problema da compra econômica a fim de validar e analisar o seu resultado, como também aplicar ou remover componentes (PRESSMAN, 2016).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Supermercados

Segundo Ramalho, Beltrame e Vilela (2012), os supermercados são as grandes inovações do mundo moderno, possibilitando praticidade e acessibilidade aos consumidores. Pode ser considerado um amplo local onde as pessoas encontram uma grande variedade de produtos, desde artigos de higiene, limpeza, a alimentos. Estes estabelecimentos são caracterizados pelo autosserviço, ou seja, é possível realizar as compras sem o contato direto com o vendedor, sendo atendido, geralmente, somente na finalização da compra.

A participação desses estabelecimentos na atividade comercial é tão massiva que em 2018, segundo dados da ABRAS⁵ (Associação Brasileira de Supermercados), o setor supermercadista registrou um faturamento de R\$ 355,7 bilhões, com um crescimento 0,7% maior que 2017. Isso representa 5,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país. A pesquisa mostra, também, que o ano de 2018 teve um total de 89,6 mil lojas e 1,853 milhão de funcionários ativos. Isso mostra o quão consolidado está o setor no Brasil.

2.2 Precificação dos produtos praticados em supermercados

Estabelecer os preços de venda para cada produto em suas prateleiras, é um dos principais problemas que os supermercados precisam lidar. O lucro obtido nas vendas precisa cobrir as despesas da organização e gera algum rendimento. Contudo, deve-se levar em conta a competitividade do mercado para se manter na concorrência, sabendo que aumentar o preço de seus produtos, ainda que sejam valores ínfimos, pode acarretar em um declínio significativo nas vendas (BEULKE, 2009).

2.3 Formação de preços

Sardinha (1995) define preço como a quantidade de dinheiro que o consumidor precisar despende para obter um determinado produto ou serviço e que

⁵Site do ABRAS: <http://www.abras.com.br/clipping.php?area=20&clipping=67505>

a empresa recebe pela concessão do mesmo. Logicamente o preço de venda precisa ser rentável para o estabelecimento para que este possa manter toda sua organização. Pois a precificação dos produtos se constitui como um dos pontos mais importantes para a sobrevivência da empresa.

Urdan e Urdan (2006) descrevem que o preço tem dois componentes. O primeiro é puramente monetário, onde o consumidor paga pelo produto, no entanto este item agrega custos de operação, manutenção e depreciação do bem. O segundo componente, não monetário, diz respeito ao esforço, tempo e psicológico para adquirir e utilizar o produto.

Hornngren (1997) destaca três grandes influências que estão vinculadas à decisão de preço para um produto: Cliente, Concorrentes e Custos. O quadro a seguir descreve cada uma dessas influências.

Quadro 2 - influências ligadas à decisão de preço

Influências	Descrição
Clientes	A variação do preço pode levar os consumidores a substituir um produto por outro ou decidir adquiri-lo em outra empresa.
Concorrentes	O conhecimento das estratégias de preço dos concorrentes pode ser um fator decisivo na decisão de precificação, uma vez que um rival pode forçar uma empresa a baixar seus preços para competir à altura ou, no caso da ausência de concorrência, pode fazer com que estabeleça preços altos.
Custos	Fixar os preços de forma que a margem de ganho seja superior ao custo de fabricação.

Fonte: Hornngren (1997).

Enfim, cada estabelecimento comercial sempre tem que lidar com o dilema da precificação de seus produtos, tendo ciência das influências citadas no quadro 2. Assim, os preços se distinguem entre as empresas, pois cada uma tem os seus próprios custos e demandas.

2.4 Pesquisa Operacional

Ao longo dos anos, com o crescimento progressivo das organizações, novas medidas de gerência foram adotadas. Foram surgindo especializações para áreas específicas e, conseqüentemente, a divisão de trabalho. Com isso, alocar recursos para uma determinada atividade de forma eficiente tornou-se uma tarefa difícil. Para resolver este problema surgiu a Pesquisa Operacional (PO), a qual traz a melhor solução para resolver esse impasse (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Silva et al (2010) define PO como uma descrição de sistema organizado com o auxílio de um modelo, que após uma experimentação, busca encontrar a melhor forma de operar o sistema. Assim, seu objetivo é encontrar as melhores condições de aproveitamento de recursos, os quais estão sob restrições econômicas, recursos humanos e atemporal.

Desde que a PO surgiu, o seu conceito tem sido amplamente aplicado a diversas áreas como manufatura, transportes, serviços públicos, entre outros, buscando a melhor solução para a organização. A fim de encontrar a melhor alternativa, a PO se preocupa, primeiramente, em constatar o problema para então formular um modelo matemático para o representar (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Com a Pesquisa Operacional (PO) é possível tomar decisões sobre algum problema para alcançar a melhor alternativa, utilizando técnicas científicas conhecidas (MARTINS, 2009). Para este trabalho, a PO é indispensável, visto que o problema apresentado na seção 1.1 envolve uma tomada de decisão mediante uma variedade de possibilidades, apresentado diferentes resultados em cada uma.

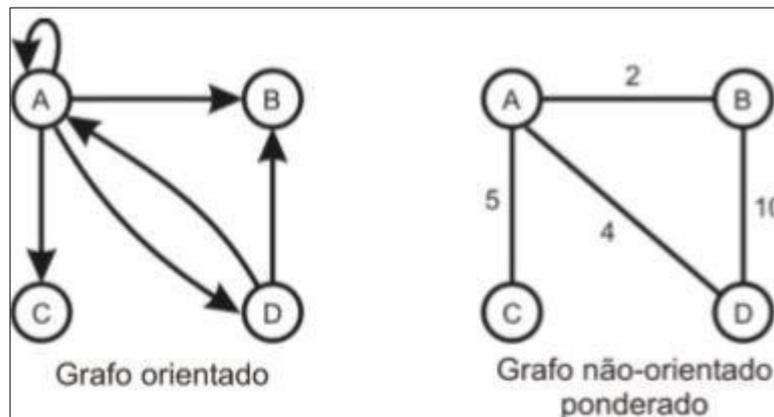
2.5 Teoria dos grafos

A teoria dos grafos trata da relação entre elementos de um ou mais conjuntos. Seu conceito é amplamente aplicado para resolução de muitos problemas que envolvem inter relacionamento de elementos. Muitas áreas podem ser estudadas com o auxílio de grafos, como na química orgânica, transporte, eletricidade, psicossociologia, computação, engenharia, etc (PEREIRA, 2008).

Um grafo pode ser definido como um conjunto de vértices (ou nós) mais um conjunto de arestas, onde cada aresta associa dois vértices pertencentes ao conjunto de vértices considerado. Em uma definição mais genérica, um grafo é um

conjunto de pontos (vértices) ligados por linhas (arestas). Essas arestas podem apresentar uma direção, sendo, neste caso, chamadas de arcos (SANTOS, 2006). Quando há valores definidos para as arestas diz-se que o grafo é ponderado. A figura 1 mostra exemplos desses grafos.

Figura 2 - Exemplos de grafos

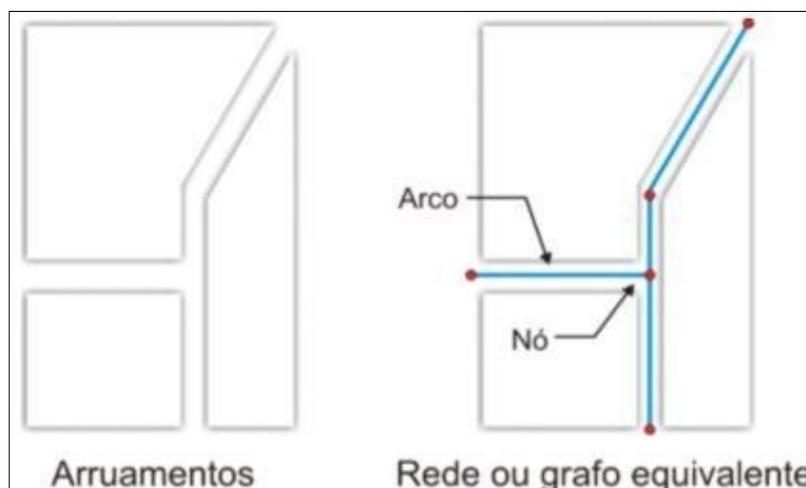


Fonte: (SANTOS, 2006).

2.5.1 A busca do melhor caminho

Ao transitar as ruas de uma cidade, é evidente que existem pontos de cruzamento e trajetos contínuos. Deslocar-se, por exemplo, de uma extremidade a outra, significa percorrer ruas contínuas e cruzamentos, os quais darão acesso ao local pretendido. As vias urbanas de uma cidade podem ser representadas como um grafo, o que possibilita a aplicação da teoria dos grafos (Figura 3).

Figura 3 - vias urbanas representadas por grafos



Fonte: (SANTOS, 2006)

O problema do cálculo do caminho mínimo consiste basicamente na busca pelo caminho de menor custo entre dois pontos (vértices) de um grafo. Sendo que esse custo refere-se a soma dos valores de *impedância*⁶ existentes no trajeto entre dois vértices (SANTOS, 2006).

2.6 Algoritmos

Um algoritmo pode ser definido como um conjunto de etapas computacionais a ser seguido sequencialmente que geram uma saída, ou seja, um resultado. Pode ser visto também como uma ferramenta para resolver problemas computacionais específicos. De forma genérica, a declaração do problema define o relacionamento de entrada/saída pretendido, o qual busca descrever uma forma de estabelecer esse relacionamento através de um procedimento computacional (CORMEN et al., 2001).

Em uma situação exemplo, pode ser necessário classificar uma sequência de números em ordem crescente. Neste caso, dado um conjunto de números: 31, 41, 59, 26, 41, 58, um algoritmo retornaria como saída: 26, 31, 41, 41, 58, 59. Segundo Cormen et. al. (1990) essa sequência de entrada pode ser chamada de instância de classificação do problema. Em tese, conforme o autor, uma instância de um problema consiste na entrada necessária para calcular a solução do problema.

2.6.1 Algoritmos de busca de caminho mínimo

Ao estudar o problema do caminho ótimo, é indispensável entender o conceito da *busca em largura*, um algoritmo simples e que pode ser usado para muitos problemas em grafos. Dado um grafo $G = (V, E)$ e um vértice s , este algoritmo busca explorar as arestas de G até encontrar acessibilidade de s para todos os outros vértices. Em suma, seu objetivo é calcular o menor número de arestas entre um determinado ponto a todos os outros vértices do grafo (CORMEN et al., 2002).

Algoritmos como o de Dijkstra e o de Bellman-Ford buscam solucionar o problema do menor caminho a partir de uma única origem. Ao selecionar um vértice como origem, estes algoritmos calculam o menor custo entre esse vértice e os demais. Sendo assim, podem ser usados para resolver problemas de distância entre

⁶ Impedância: é o custo de percurso entre dois nós de um grafo (SANTOS, 2006)

dois ou mais pontos, minimizando custos. (DICKOW et al., 2013). Esse conceito pode ser aplicado ao problema já descrito nesta pesquisa, sobre o deslocamento total que o consumidor precisa percorrer para realizar suas compras em supermercados.

2.7 Trabalhos relacionados

Magalhães, Machado e Souza (2018) publicaram um artigo na SBPO (Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional) por título “Mobile Application Based on Crowd Computing and Operational Research for Optimization of Purchases”. Esse trabalho descreve o desenvolvimento de uma aplicação móvel para otimizar compras em supermercados, possibilitando que os usuários identifiquem o estabelecimento que apresenta a melhor oferta de preços. Para tanto, os autores utilizam o conceito de computação coletiva, através do qual é possível obter informações sobre preços e promoções dos produtos, com a colaboração de uma multidão de pessoas (consumidores). Além disso, a aplicação faz uso de conceitos de pesquisa operacional e algoritmos de programação linear para calcular a melhor compra para o usuário.

Martins (2015) propõe em seu trabalho uma solução para compras econômicas que utiliza algoritmos de caminho mínimo e busca de possibilidades. Em seu trabalho, conclui-se que para uma compra ser a mais econômica possível, deve-se realizar compras em lugares diferentes, uma vez que se tenha acesso aos preços praticados por estes estabelecimentos. Assim, a solução proposta constitui-se em determinar a melhor rota para percorrer os supermercados, possibilitando ao consumidor adquirir os produtos com as melhores ofertas.

Com base nesses trabalhos, esta pesquisa tem o objetivo de propor uma solução para o problema de uma compra econômica realizada em supermercados somado ao custo de deslocamento feito pelo consumidor, o presente trabalho tenciona o desenvolvimento de um algoritmo que ofereça suporte para acessar os custos para uma determinada compra, considerando todas as ofertas dos supermercados e a distância até os mesmos.

3 MODELAGEM DA SOLUÇÃO

3.1 Caracterização do problema

O presente trabalho busca resolver o problema de uma compra econômica em até dois estabelecimentos na cidade de Patos-PB, considerando o custo com os produtos e todo o caminho percorrido. Tendo em vista os vários supermercados na cidade, há pessoas interessadas em realizar compras, gastando o mínimo possível com produtos e deslocamento, no menor tempo (APAS, 2018).

Para que o usuário possa obter uma maior economia na suas compras, deve considerar qual(is) estabelecimento(s) oferece o melhor custo benefício. No entanto, pode ser mais vantajoso comprar em mais de um supermercado, pois, muitas vezes, alguns produtos são mais baratos em um estabelecimento do que em outro, e vice-versa. Isto é, cada um destes tem sua própria política de preços, apresentando vantagens em alguns produtos e em outros não. Deste modo, pode ser mais interessante, do ponto de vista econômico, visitar dois supermercados, comprando apenas aqueles produtos mais baratos em cada um.

Exemplificando esse caso, consideremos os estabelecimentos A, B e C, cada um vendendo os produtos P1, P2, P3, P4 e P5 com preços diferentes. Na tabela 1 a seguir é possível observar os preços de cada produto.

Tabela 1 - Exemplo de uma situação de compra.

Produto / Estabelecimento	Estabelecimento A	Estabelecimento H
Produto 1	R\$ 2,30	R\$ 2,08
Produto 2	R\$ 5,10	R\$ 5,60
Produto 3	R\$ 3,12	R\$ 3,20
Produto 4	R\$ 1,20	R\$ 1,40
Produto 5	R\$ 8,11	R\$ 7,99

Fonte: Autor.

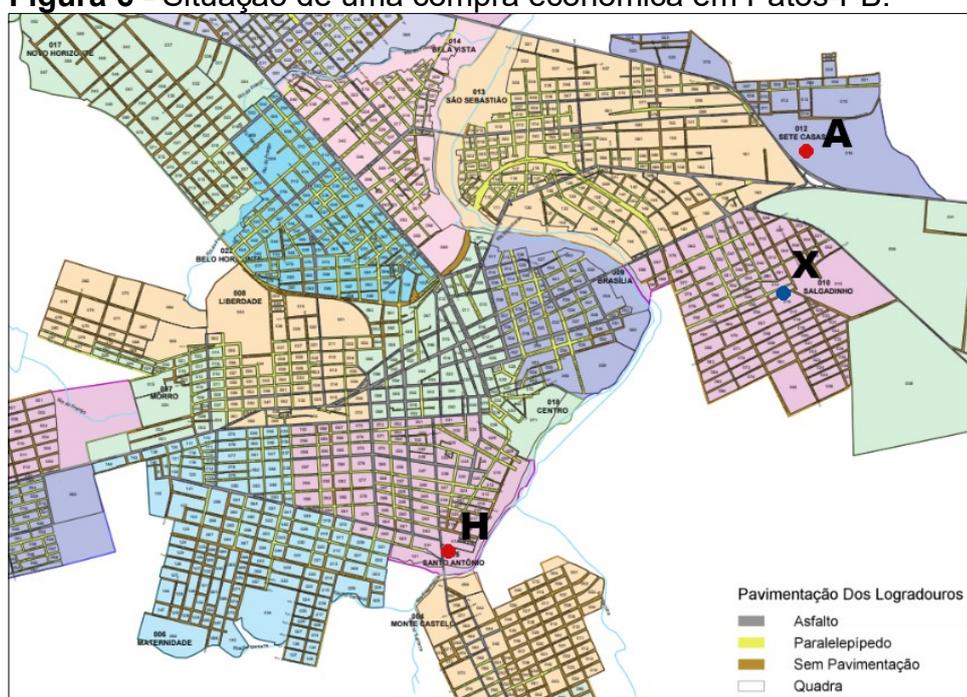
Conforme pode ser observado na tabela 1, cada estabelecimento, neste caso, possui os mesmo produtos, mas com preços diferenciados. Assim sendo, numa compra pequena, contendo apenas uma unidade de cada produto, o

estabelecimento A oferece a melhor vantagem com um custo total de R\$ 19,83, contra R\$ 20,27 e R\$ 20,18 dos estabelecimentos H.

Porém, caso o usuário decida comprar 10 unidades do produto 1, o estabelecimento H ofertará uma maior economia. Se porventura este mesmo usuário comprar 20 unidades do produto 4, o estabelecimento A, novamente, apresentará a melhor vantagem.

Além do custo final com os produtos desejados, é preciso levar em consideração os gastos referentes a locomoção. Entre um e outro supermercado pode haver uma distância considerável, tendo, muitas vezes, várias vias urbanas que os conectam. No entanto, este trabalho procura tratar o caminho de menor custo entre o ponto inicial, onde o usuário se encontra, e os supermercados com as melhores vantagens de preço. Na imagem 6, observa-se que há vários caminhos que o usuário pode percorrer da sua posição inicial até chegar em casa com suas compras.

Figura 6 - Situação de uma compra econômica em Patos-PB.



Fonte: Prefeitura Municipal de Patos⁷.

A figura 6 apresenta o mapa da cidade de Patos, onde são explanados 4 pontos, equivalente a um grafo. X é o ponto inicial de partida e chegada, A é o supermercado Atacadão e H é o Hiper Queiroz. Entre esses 3 pontos há uma

⁷ Site: http://patos.pb.gov.br/governo_e_municipio/Mapa_da_Cidade

grande variedade de caminhos que podem ser traçados para realizar uma compra.

Nessa situação, é dificultoso para um usuário obter a maior economia possível sem o auxílio de alguma tecnologia, considerando apenas esses dois supermercados. Pois além de realizar a compra dos produtos mais baratos, o usuário precisa conhecer se todo esse deslocamento não afetará negativamente o custo final das compras. Isto é, com base na figura 6, os pontos destacados no mapa apresentam distâncias consideráveis, o que, por sua vez, reflete em um gasto maior com combustível, além do tempo para trilhar todo o percurso.

3.2 Solução adotada

Para a construção da solução para o problema da compra econômica, foi analisado conceitos de caminho mínimo e técnicas para aplicar no algoritmo, visando o seu funcionamento conforme os requisitos descritos neste trabalho. Os elementos considerados são os estabelecimentos e seus respectivos preços, e uma lista de produtos desejados pelo usuário com suas quantidades. O algoritmo realiza várias combinações, armazenando a melhor opção ao final.

O código deste algoritmo pode ser consultado no anexo A deste trabalho.

Na tabela 2 pode ser observado as combinações feitas no algoritmo com 5 produtos e 5 estabelecimentos, que por sua vez armazena cada valor e compara com os demais, buscando o menor custo. Todos os produtos são arranjados de todas as formas de modo que seja possível obter todas as possibilidades de compras para esses 5 itens.

Tabela 2 - Simulação de todas as possibilidades de compra

N°	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5
1	A	A	A	A	A
2	H	H	H	H	H
3	G	G	G	G	G
4	B	B	B	B	B
5	F	F	F	F	F
6	A	H	H	A	A
7	A	B	B	B	B
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Fonte: Autor

Na tabela 2 são representados as possíveis combinações para uma compra, sendo, neste caso, indefinido o número de linhas, pois é preciso considerar os preços para cada produto, o que por sua vez sempre apresentará variações conforme os produtos, e suas quantidades, requeridos pelo usuário.

3.3 Desenvolvimento do Algoritmo

O algoritmo está representado em um pseudocódigo, cujos comandos estão em português, para facilitar o entendimento da lógica de programação. Nesta seção o algoritmo criado foi elaborado utilizando a linguagem portugol, tendo como IDE o Visualg⁸.

O Visualg é uma ferramenta que permite a escrita de pseudocódigos, utilizando instruções e comando em português para representar o comportamento dos algoritmos. Em suma, trata-se de um programa de livre uso e distribuição, que edita, interpreta e executa códigos. A linguagem utilizada no Visualg é chamada de Portugol ou Português estruturado.

O algoritmo reescrito no visualg não apresenta o código na íntegra, mas apenas a sua função principal, a busca pela melhor opção de compra. As variáveis usadas são declaradas na seção “var” do visualg, logo, por questão de objetividade, estas variáveis serão abstraídas no código.

Considerando a existência de cinco supermercados e seus produtos, como também os itens desejados pelo usuário, o algoritmo começa com um encadeamento de estruturas de repetições⁹ para controlar a comparação de preços entre os supermercados, o que pode ser visto na figura 7.

8 Para consultar a ferramenta basta acessar o site: <http://www.apoioinformatica.inf.br/>

9 Permitem que programas executem instruções repetidamente até cumprir um número de vezes predefinido (DEITEL; DEITEL, 2008).

Figura 7 - Encadeamento de "Para" para realizar todas as comparações.

```

início
// Seção de Comandos
//Variáveis de controle
y <- 1
x <- 0
//Primeiro "Para" controla a comparação do primeiro supermercado
Para i <- 0 ate 4 faça
    //Segundo "Para" controla a comparação do segundo supermercado
    Para j <- y ate 4 faça
        //Terceiro "Para" permite comparar preços de cada produto
        Para k <- 0 ate n faça

```

Fonte: Autor

Por conseguinte é calculado o custo total dos produtos desejados em cada supermercado, independente do preço e do custo com o deslocamento. Em seguida o produto X de cada supermercado é comparado com o produto X dos demais estabelecimentos, sendo o item de menor preço armazenado em uma variável. A comparação é feita para todos os produtos da lista. Ao final o total da compra desejada pode estar armazenado em uma ou duas variáveis, dependendo da quantidade, dos produtos requeridos e dos preços ofertados pelos supermercados. A figura 8 mostra essa interação.

Figura 8 - Guardando o total em cada supermercado e comparando os preços

```

Para k <- 0 ate n faça
    //Os itens desejados são calculados em cada supermercado e guardados
    preco1 <- mercado[i].produto[pedido[k].codigo].preco
    preco2 <- mercado[j].produto[pedido[k].codigo].preco
    //O total da compra é armazenado
    totalMercado1 <- totalMercado1 + preco1 * pedido[k].qtd
    totalMercado2 <- totalMercado2 + preco2 * pedido[k].qtd
    //Comparação de preço dos produtos
    se preco1 <= preco2 entao
        total1 <- total1 + preco1 * pedido[k].qtd
    senao
        total2 <- total2 + preco2 * pedido[k].qtd
    fimse
fimpara

```

Fonte: autor

Agora são considerados os custos com o deslocamento desde a posição inicial até o regresso ao mesmo ponto, percorrendo um ou dois supermercados, o que pode ser observado na figura 9.

Figura 9 - Somando os custos com o deslocamento

```

//O total da compra em cada supermercado é somado ao seu
//custo de deslocamento, ida e vinda.
totalMercadol1 <- totalMercadol1 + deslocamento[i].custo * 2
totalMercadol2 <- totalMercadol2 + deslocamento[j].custo * 2
//O total dos produtos baratos, encontrado nos dois supermercados,
//são somados ao custo de deslocamento
se total1 <> 0 e total2 <> 0 entao
  totalAmbos <- total1 + total2 + deslocamento[i].custo
  + deslocamento[x].custo + deslocamento[j].custo
fimse

```

Fonte. Autor

Por fim, todos os totais são comparados com o custo final, caso algum apresente um menor custo, são guardados juntamente com o(s) supermercado(s) que está(ão) ofertando a melhor vantagem econômica. Na figura 10 é apresentado o termino do algoritmo, o qual armazena a melhor opção para uma compra.

Figura 10 - Comparando e guardando a melhor opção

```

//Comparando o total atual com o total final e guardando o menor valor
// e o(s) estabelecimento(s) mais barato(s)
se totalMercadol1 < totalFinal e totalMercadol1 <= totalMercadol2
e totalMercadol1 <= totalAmbos entao
  totalFinal <- totalMercadol1
  mercado2 <- super[i]
  mercadol1 <- nulo
senao se totalMercadol2 < totalFinal e totalMercadol2 < totalMercadol1
e totalMercadol2 <= totalAmbos entao
  totalFinal <- totalMercadol2
  mercado2 <- super[j]
  mercadol1 <- nulo
senao se totalAmbos < totalFinal entao
  totalFinal <- totalAmbos
  mercado2 <- super[j]
  mercadol1 <- super[i]
fimse
y <- y + 1 //controla a apresentação do segundo supermercado
//para que não haja comparações repetidas
fimpara
x <- x + 1 //Controla o índice do vetor de deslocamento.
fimpara
finalgoritmo

```

Fonte: Autor

O total final é guardado, com o menor custo de uma compra, em uma variável chamada “totalFinal” e o(s) supermercado(s) mais barato(s) também fica(m) armazenado(s) para sere(m) apresentado(s) junto(s) com o valor final.

4 RESULTADOS

4.1 Protótipo

O protótipo desenvolvido apresenta como ficaria a interação do usuário com o algoritmo. A interface é simples e rústica para efeitos de simulação, pois não é objetivo deste trabalho elaborar interfaces sofisticadas. Também não está sendo considerado a interação com banco de dados. Sendo assim, o foco desta pesquisa é mostrar o funcionamento do algoritmo.

Para a construção do protótipo foi utilizado a linguagem C#, uma linguagem de programação da Microsoft, com a IDE Visual Studio Community, em uma aplicação Windows Forms App (.NET Framework).

Os dados referentes ao preço dos produtos, bem como os supermercados envolvidos foram obtidos através do projeto de extensão. Os produtos da cesta básica pesquisados no projeto totalizam 12 itens: carne, leite, feijão, arroz, farinha, tomate, pão, café, banana, óleo vegetal, açúcar e manteiga. Os supermercados consultados são: Supermercado Aliada Baiana, Supermercado Ebenezer, Supermercado Foguete, Supermercado Guedes, Mini Box Confiança, Nova Vida Supermercado, Supermercado Costa, Mercadinho Almeida, Mercadinho São Francisco, Supermercado L. Marques, Supermercado Bom Mais, Supermercado Atacadão e Supermercado Hiper Queiroz. A figura 11 mostra a interface de interação.

Figura 11 - Interface de interação do algoritmo

The image shows a software interface titled "SISTEMA DE COMPRA ECONÔMICA" within a window named "Secom". On the left, there is a list of 12 products with corresponding input fields for their quantities. The products and their current quantities are: 1. Aroz (1), 2. Feijão (1), 3. Carne (50), 4. Banana, 5. Leite, 6. Farinha, 7. Café, 8. Açúcar, 9. Óleo, 10. Pão, 11. Tomate, and 12. Margarina. At the bottom of this list are two buttons: "Calcular" and "Limpar". On the right side, a box labeled "Resultado" displays the following information: "MELHOR OPÇÃO: Guedes" and "TOTAL DA COMPRA: R\$ 911,65".

Fonte: Autor

A figura 11 mostra uma interface simples, onde a esquerda estão todos os produtos da cesta básica listados de 1 a 12, associados ao campo quantidade, no qual o usuário pode informar a quantidade que quer de cada item desejado. Caso não queira o produto, basta não digitar nada. A direita está um campo de texto, onde aparece o resultado da busca, apresentando o(s) supermercado(s) com a melhor vantagem e o valor total da compra junto com o custo de deslocamento.

Todo o código fonte deste protótipo pode ser encontrado no link¹⁰ do repositório do Github.

4.2 Execução do Algoritmo

A solução desenvolvida realiza a busca dos produtos mais baratos, porém estes são predefinidos no algoritmo, bem como todos os custos com deslocamento. A posição do usuário é variável e, conseqüentemente, seu custo até os

¹⁰ Link do Github: <https://github.com/brunosp1024/CompraEconomica.git>

estabelecimentos também irá variar. Para fins de apresentação, foi definida uma posição fixa do usuário, próximo de um supermercado, com um custo de deslocamento igual a 0.

O algoritmo recebe os dados informados, referentes aos itens e suas quantidades, e realiza a busca da melhor opção. Caso o usuário escolha apenas uma unidade de um item apenas, a solução pode direcioná-lo ao supermercado mais próximo dele, cujo deslocamento não implique em gastos. No entanto, se o número de unidades de um item comprado for alto, o valor a ser economizado pode exceder o custo de deslocamento, sendo, assim, mais viável comprar no estabelecimento mais barato.

Nas tabelas 3 e 4 é ilustrado um cenário de dados hipotéticos e qual seria o resultado retornado pelo algoritmo em algumas situações de compra.

Tabela 3 - Cenário de compra com dados fictícios

Produtos / Estabelecimentos	Atacadão	Hiper Queiroz	Batista
Arroz	R\$ 2,50	R\$ 2,60	R\$ 2,60
Feijão	R\$ 3,90	R\$ 3,50	R\$ 3,70
Carne	R\$ 18,12	R\$ 18,05	R\$ 17,90

Fonte: Autor

Tabela 4 - Custo de deslocamento em todos os percursos

Custo de deslocamento		
Usuário	Atacadão	R\$ 4,00
Usuário	Hiper Queiroz	R\$ 6,20
Usuário	Batista	R\$ 0,00
Atacadão	Hiper Queiroz	R\$ 9,00
Atacadão	Batista	R\$ 4,00
Hiper Queiroz	Batista	R\$ 6,20

Fonte: Autor

Situação 1: Tendo como base os dados das tabela 3 e 4, é possível simular algumas situações de compra e verificar qual a melhor. Se, por exemplo, o usuário quiser comprar apenas 1 unidade de arroz, evidentemente o melhor lugar para essa compra seria o Batista, que apesar de não ter o produto mais barato, não tem custo de deslocamento, totalizando um gasto de apenas R\$ 2,60, sendo considerado

apenas o preço do produto.

Situação 2: Em uma outra situação de compra o resultado pode ser diferente da primeira situação. O usuário, desta vez, resolve comprar 100 unidades de arroz. Neste caso, o melhor lugar pra comprar seria o Atacadão, pois a economia obtida cobre o custo com o deslocamento, tendo um custo total de R\$ 258,00, contra R\$ 270,40 e R\$ 260,00 dos supermercados Hiper Queiroz e Batista, respectivamente.

Situação 3: Em algumas situações pode ser mais vantajoso visitar mais de um supermercado e dividir a compra. Se, por ventura, o usuário comprasse 100 unidades de arroz e 100 unidades de feijão, os supermercados Atacadão e Hiper Queiroz seriam as melhores opções, com um total de R\$ 619,20. Nessa situação há três custo de deslocamento, até o Atacadão, do Atacadão até o Hiper Queiroz, e do Hiper Queiroz até o ponto inicial, porém a vantagem ainda é maior que comprar em apenas um supermercado.

Em muitas situações, mesmo estando ciente dos gastos, é difícil para o usuário definir a melhor opção de compra para uma lista de produtos maior, com quantidades variadas. Assim, o algoritmo sempre retorna em qualquer situação a melhor opção com o menor custo.

5 CONCLUSÃO

Os vários estabelecimentos localizados em uma cidade, com preços distintos em cada produto, dificultam para o usuário realizar uma compra econômica, visto que definir a melhor opção de compra entre uma grande variedade de opções, sem o auxílio de alguma tecnologia, pode ser demasiadamente trabalhoso.

Com isso, foi desenvolvido de um algoritmo capaz de tornar possível a realização de uma compra econômica para o usuário, buscando o menor custo entre todas as possibilidades, considerando o gasto com todo o deslocamento para visitar o(s) supermercado(s).

A solução criada realiza várias comparações e combinações até encontrar a opção mais econômica. Já que o algoritmo retorna no máximo até dois supermercados, sua complexidade de operação é baixa, sendo que o número de comparações depende da quantidade de estabelecimentos envolvidos e o número de itens pedido. O número de comparações cresce conforme ilustra a tabela 5.

Tabela 5 - Crescimento de comparações

N° de Estabelecimentos	Quantidade de produtos		
	1	5	10
1	1	1	1
5	10	50	100
10	45	225	450
⋮	⋮	⋮	⋮

Fonte: Autor

Na tabela 5 é possível verificar o crescimento de comparações a medida que o número de estabelecimento e produtos aumentam. O número de comparações pode ser representado pela fórmula matemática $C(n, s) \times p$, cujo cálculo se apresenta na forma $C(n, s) \times p = \frac{n!}{s! \cdot (n - s)!} \cdot p$, onde n é o número de estabelecimentos, s é o número de elementos a serem combinados e p é o número de produtos. Logo quando houver 10 estabelecimentos e 10 produtos, a fórmula ficará $C(10, 2) \times 10 = \frac{10!}{2! \cdot (10 - 2)!} = 450$ comparações.

Com isso, a solução desenvolvida realiza todas as comparações possíveis através de várias combinações, o que impede que dois supermercados sejam comparados mais de uma vez. Deste modo, os objetivos descritos nesta pesquisa

foram alcançados ao longo de seu desenvolvimento, apresentando ao final um algoritmo funcional, com uma performance satisfatória.

No entanto, os preços dos produtos não foram coletados completamente, pois o algoritmo desconsiderou as marcas dos produtos, os quais podem apresentar diferenças expressivas no preço. Isso se deve ao fato de que muitas vezes algum(ns) supermercado(s) não tem ou não comercializa um produto de uma marca específica, dificultando a coleta para comparação. Este problema pode ser tema de trabalhos futuros, abordando estratégias e conceitos para desenvolver uma solução válida.

Enfim, este trabalho apresentou uma solução para o problema de uma compra econômica, um algoritmo funcional que considera o total da compra e o custo de deslocamento e retorna a melhor opção. A proposta apresentada nesta pesquisa pode incentivar a produção de mais trabalhos acadêmicos envolvendo a resolução de problemas comuns que são recorrentes na sociedade, utilizando conceitos de computação.

REFERÊNCIAS

SILVA, Ermes Medeiros da, SILVA, Elio Medeiros da, GONÇALVES, Valter. Pesquisa operacional: programação linear, simulação. 3. ed. São Paulo : Atlas, 2010

MORGADO, Maurício Gerbaudo; GONÇALVES, Marcelo Neves. Varejo administração de Empresas comerciais. 2ª Ed. São paulo: Senac, 1999.

BEULKER, R. e BERTO, J. D. Precificação = Sinergia do Marketing + finanças. 1º Edição. São Paulo: saraiva, 2009.

PEREIRA, G. M. R. **Algumas Aplicações da Teoria dos Grafos**. 2009. 15 f. Conclusão de Curso (Algumas Aplicações da Teoria dos Grafos - MATEMÁTICA) - Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, [S.l.], 2008.

BAX, M. P. Design Science: filosofia da pesquisa em Ciência da Informação e tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 15., 2014. Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: UFMG, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2014.

HEVNER, A.R.; MARCH, S.T.; PARK, J.; RAM, S. **Design science in information systems research**. MIS Quarterly, v.28, n.1, p.75-105, 2004.

WIERINGA, R. J. **Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering**, Berlin: Springer. 2014.

CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C.. **Introduction to Algorithms**. Second Edition, 1184 pages. The MIT Press, Cabridge, MA, USA, 2001.

URDAN, F. T.; URDAN, A. T. Gestão do Composto de Marketing. São Paulo: Atlas, 2006.

SANTOS, J. A. **Modelagem de Malhas Viárias Urbanas Aplicando Conceitos de Grafos**. Monografia- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL, Curso de Ciência da Computação, Dourados - MS, 2006. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~jefersson/pdf/santos2006monography.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Version 2.3. Technical Report EBSE. Software Engineering Group. School of Computer Science and Mathematics Keele University. 2007.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/default.shtm>. Acesso em: 06 jun. 2019.

BRASIL. Decreto-Lei nº 399, de 30 de abril. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ano 1938, p. 76, vol. 2. Publicação Original.

MARTINS, Winstein Caldeira. **Algoritmo para criação de rotas de compras econômicas**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia de Software) - Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SARDINHA, J. C. Formação de prego: a arte do negócio. São Paulo: Makron Books, 1995.

OLIVEIRA, P. F. de; BORGES, R. P; BARBALHO, I. M. P; LEITE, C. R. M. **UERN Acessível: Aplicativo Mobile Que Apresenta As Rotas Acessíveis Do Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Mossoró** Congresso Internacional de Educação Exclusiva. II, 16 – 18 de nov. 2016, Mossoró – RN -Brasil. CINTEDI.2016. 05 – 08 p.2016.

HORNGREN, C.T. Introdução à Contabilidade Gerencial. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. **Engenharia de Software-8a Edição**. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.

ENGEL, G.; BLAKWELL, R.; MINIARD, P. **Consumer behavior**. 8.ed. New York: Irwin, 1995.

APAS. **Pesquisa “Tendências do Consumidor em Supermercados 2018/2019”**. Disponível em: <<https://portalapas.org.br/consumidor-dos-supermercados-ja-chegou-na-era-omni-channel-revela-pesquisa-da-apas/>>. Acesso em: 01 de Dez. 2019.

DEITEL, H.; DEITEL, P. Java – Como Programar. 8ª. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2011.

ANEXO A – CÓDIGO FONTE

Algoritmo desenvolvido em pseudocódigo simulando o cálculo da busca da melhor opção de compra considerando o valor total de uma compra e o custo com o deslocamento. O código foi feito utilizando o visualg.

algoritmo "CompraEconomica"

// Função : Busca a melhor opção de compras em supermercados,
// considerando o custo com os produtos e o deslocamento.

// Autor : Bruno Salvador

// Data : 12/11/2019

// Seção de Declarações

var

//Um produto tem um nome e seu respectivo preço

produto : **vetor** [1..5] de Produto

//Cada estabelecimento tem um nome e uma lista de produtos

mercado : **vetor** [1..5] de Estabelecimento

//vetor que armazena o custo de deslocamento entre o usuário e/ou supermercados

deslocamento : **vetor** [1..15] de real

//Vetor que armazena o código do produto e sua quantidade

pedido : **vetor** [1..n]

//Variáveis que armazenam o total dos produtos mais baratos

total1 : **real**

total2 : **real**

//Variáveis que guardam o total de cada supermercado independente de preço

totalMercado1 : **real**

totalMercado2 : **real**

//Variável que guarda o valor final

totalFinal : **real**

//Número de itens pedidos

n : **inteiro**

//Variáveis que armazenam o preço de um produto em dois estabelecimentos

preco1 : **real**

preco2 : **real**

//Para controle de comparação e repetição

x : **inteiro**

y : **inteiro**

i : **inteiro**

j : **inteiro**

k : **inteiro**

inicio

// Seção de Comandos

//Variáveis de controle

y <- 1

x <- 0

//Primeiro "Para" controla a comparação do primeiro supermercado

Para i <- 0 ate 4 faça

 //Segundo "Para" controla a comparação do segundo supermercado

Para j <- y ate 4 faça

//Terceiro "Para" permite comparar preços de cada produto desejado

Para k <- 0 ate n faça

//Os itens desejados são calculados em cada supermercado e guardados

preco1 <- mercado[i].produto[pedido[k].codigo].preco

preco2 <- mercado[j].produto[pedido[k].codigo].preco

//O total da compra é armazenado

totalMercado1 <- totalMercado1 + preco1 * pedido[k].qtd

totalMercado2 <- totalMercado2 + preco2 * pedido[k].qtd

//Comparação de preço dos produtos

se preco1 <= preco2 entao

total1 <- total1 + preco1 * pedido[k].qtd

senao

total2 <- total2 + preco2 * pedido[k].qtd

fimse

fimpara

//O total da compra em cada supermercado é somado ao seu

//custo de deslocamento, ida e vinda.

totalMercado1 <- totalMercado1 + deslocamento[i].custo * 2

totalMercado2 <- totalMercado2 + deslocamento[j].custo * 2

//O total dos produtos baratos, encontrado nos dois supermercados,

//são somados ao custo de deslocamento

se total1 <> 0 e total2 <> 0 entao

totalAmbos <- total1 + total2 + deslocamento[i].custo

+ deslocamento[x].custo + deslocamento[j].custo

fimse

//Comparando o total atual com o total final e guardando o menor valor

// e o(s) estabelecimento(s) mais barato(s)

se totalMercado1 < totalFinal e totalMercado1 <= totalMercado2

e totalMercado1 <= totalAmbos entao

totalFinal <- totalMercado1

mercado2 <- super[i]

mercado1 <- nulo

senao se totalMercado2 < totalFinal e totalMercado2 < totalMercado1

e totalMercado2 <= totalAmbos entao

totalFinal <- totalMercado2

mercado2 <- super[j]

mercado1 <- nulo

senao se totalAmbos < totalFinal entao

totalFinal <- totalAmbos

mercado2 <- super[j]

mercado1 <- super[i]

fimse

y <- y + 1 //controla a apresentação do segundo supermercado

//para que não haja comparações repetidas

fimpara

x <- x + 1 //Controla o índice do vetor de deslocamento.

fimpara

fimalgoritmo

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo ao meu Deus, por ter me dado saúde e força para trilhar toda essa jornada, pelo seu amor e misericórdia. Ao Senhor e salvador da minha vida, honro e louvo por tudo.

A minha mãe Cida, minha heroína, uma verdadeira guerreira, que me deu todo o apoio que eu precisa desde o início.

Ao meu pai Demócrito, uma pessoa sem igual, que amo muito, pela compreensão por muitas vezes não poder vê-lo.

À minha prima Euzilene Ramos e seu esposo Ricardo, que sempre se dispuseram a me ajudar nos momentos que eu precisava.

Às minhas irmãs Fábria e Flávia, mulheres incríveis, que sempre me apoiaram e me compreenderam em tudo.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, em especial a Abmael Bandeira, Geovane Júnior, Allan Rafael e David Danilo, amigos e companheiros de faculdade que sempre levarei comigo.

À Rodrigo Alves Costa, coordenador do curso de Computação, por seu empenho e dedicação.

Ao professor Pablo Roberto pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

Ao diretor do campus, Adriano Homero, por sua atenção e dedicação a todos, sempre buscando o crescimento da universidade.

Aos professores do Curso de Computação da UEPB, em especial, Odilon Avelino e Ingrid Morgane, que contribuíram ao longo dos últimos períodos do curso, por meio das disciplinas, projetos e conversas, para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos meus colegas de turma pelos momentos de amizade e apoio, com os quais aprendi muito.