

Software de mineração de dados para obtenção de menores distâncias entre empresas fornecedoras de autopeças e empresas montadoras e de manutenção de veículos

Data mining software for smaller distances between suppliers of auto parts companies and automakers and vehicle maintenance

DOI:10.34117/bjdv8n7-355

Recebimento dos originais: 23/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

Davi Silvestre Moreira dos Reis

Doutorando

Instituição: Universidade Santa Cecília (Unisantia)

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 277, Boqueirão, Santos - SP, CEP: 11045-907

E-mail: davismdosreis@yahoo.com.br

Joseffe Barroso de Oliveira

Doutorando

Instituição: Universidade Santa Cecília (Unisantia)

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 277, Boqueirão, Santos - SP, CEP: 11045-907

E-mail: joseffe@gmail.com

Cláudio Luís Magalhães Fernandes

Doutorando

Instituição: Universidade Santa Cecília (Unisantia)

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 277, Boqueirão, Santos - SP, CEP: 11045-907

E-mail: claudio.lmf@unisanta.br

Maurício Conceição Mario

Doutor

Instituição: Universidade Santa Cecília (Unisantia)

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 277, Boqueirão, Santos - SP, CEP: 11045-907

E-mail: cmario@unisanta.br

João Inácio da Silva Filho

Doutor

Instituição: Universidade Santa Cecília (Unisantia)

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 277, Boqueirão, Santos - SP, CEP: 11045-907

E-mail: inacio@unisanta.br

RESUMO

A escolha do fornecedor de matérias-primas é uma decisão muito importante no dia a dia das empresas. Isto porque o valor gasto com aquisição de produtos ou serviços para a produção de um bem pode variar de 50 a 80% do total das receitas brutas. Dentre os fatores relevantes na escolha de um fornecedor de matérias-primas, a distância é um dos mais preponderantes. Este trabalho apresenta um sistema inteligente que foi desenvolvido especificamente para encontrar as menores distâncias geográficas na indústria automotiva, especificamente entre empresas montadoras de veículos e empresas

fabricantes de autopeças e equipamentos. Os dados iniciais das empresas estavam em formato de arquivo-texto puro, sob o qual repousavam, inertes, informações importantes para auxiliar no processo de tomada de decisão sobre a escolha das fornecedoras. O único fator considerado na escolha das parceiras de produção, para este caso, foi a menor distância geográfica. Para obter as menores distâncias, foi desenvolvido um sistema inteligente que utiliza as bases do processo de KDD (*Knowledge Discovery In Databases*, ou Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados), em especial o *Data Mining* (Mineração de Dados). Os dados iniciais passaram por um processo de limpeza, depuração, redução de quantidade e preparação, até ser possível aplicar técnicas de mineração de dados, a fim de conseguir demonstrar a capacidade da ferramenta desenvolvida em extrair informações ricas para auxiliar no processo decisório para escolha de potenciais fornecedores, baseado na menor distância entre as empresas.

Palavras-chave: mineração de dados, data mining, coordenadas geográficas, indústria automotiva.

ABSTRACT

The choice of raw material supplier is a very important decision in the day to day business. This is because the amount spent on the acquisition of products or services for the production of a good can vary from 50 to 80% of total gross revenues. Among the relevant factors in choosing a supplier of raw materials, distance is one of the most prevalent. This work presents an intelligent system that was developed specifically to find the smallest geographic distances in the automotive industry, specifically between car assemblers and manufacturers of auto parts and equipment. The initial data of the companies were in pure text-file format, under which, inert, important information to assist in the decision-making process on the choice of suppliers. The only factor considered in the choice of production partners, in this case, was the smallest geographic distance. To obtain the shortest distances, an intelligent system has been developed that uses the bases of the KDD (*Knowledge Discovery In Databases*) process, especially *Data Mining*. The initial data underwent a process of cleaning, debugging, quantity reduction and preparation, until it is possible to apply data mining techniques, in order to demonstrate the ability of the tool developed in extracting rich information to assist in the decision making process. Potential suppliers, based on the shortest distance between companies.

Keywords: data mining, geographic coordinates, automotive industry.

1 INTRODUÇÃO

A escolha de um fornecedor de equipamentos ou matérias-primas é uma decisão muito importante no dia a dia das empresas. Isto porque o valor gasto com aquisição de produtos ou serviços para a produção de um bem, segundo Martins e Alt (2011), “varia de 50 a 80% do total das receitas brutas”. Assim, torna-se importante que o processo de tomada de decisão para a escolha de um fornecedor esteja entre as principais estratégias de uma empresa.

Nesse processo decisório, um dos vários fatores que influenciam na seleção de um fornecedor é, dentre outros, sua localização geográfica, pois muitas vezes é desejável que o fornecedor esteja próximo do comprador - ou, ao menos, mantenha um estoque local -, já que uma localização próxima auxilia na redução dos tempos de entrega (ARNOLD, 1999). Afinal, quanto maior a distância, “mais representativo será o custo do frete em relação ao valor da mercadoria” (AYRES, 2009). Além de poder influenciar no custo, a distância pode auxiliar nas atividades técnicas e comerciais, facilitando a resolução de problemas onde o contato presencial seja mais interessante (AYRES, 2009).

Sabendo da importância da proximidade geográfica entre fornecedores de insumos e potenciais clientes, vários podem ser os meios para se obter as menores distância entre tais envolvidos: utilizar um GPS¹, realizar o cálculo em um *site* online de distâncias ou mesmo mensurar pessoalmente, num processo manual, deslocando-se de um endereço a outro. Entretanto, quando a quantidade de empresas é muito grande, o cálculo da distância entre fornecedor e consumidor torna-se bastante complexo.

Uma das maneiras de tratar tal complexidade para auxiliar no processo de tomada é explorar um campo da ciência da computação conhecido como KDD (*Knowledge Discovery in Databases*, ou Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados) que, de maneira resumida, trata-se de um processo de extração não trivial de informações potencialmente úteis – e previamente desconhecidas – a partir de uma base de dados (FRAWLEY; PIATETSKY-SHAPIRO; MATHEUS, 1992).

Uma das áreas mais importantes do processo de KDD é a tarefa de *Data Mining* – DM ou mineração de dados –, que envolve a aplicação de algoritmos de mineração de dados de acordo com o objetivo a ser alcançado (CORDEIRO; FALOUTSOS; JÚNIOR, 2013).

O presente trabalho versa sobre um sistema inteligente que utiliza uma base de dados contendo informações cadastrais de empresas da área de engenharia mecânica, especificamente da indústria automotiva, agrupadas em dois tipos: empresas montadoras de veículos e empresas fabricantes de autopeças – sendo as empresas deste grupo potenciais fornecedoras de peças para as empresas do primeiro grupo.

Utilizando interfaces visuais – a fim de facilitar o entendimento e potencializar a visualização dos resultados –, o sistema inteligente ora elaborado emprega técnicas de mineração de dados para localizar as empresas fornecedoras mais próximas das empresas

¹ *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global

montadoras, dentro do Estado de São Paulo – condição técnica limitante da base de dados ora obtida.

2 OBJETIVOS

O estudo teve como objetivo geral demonstrar a utilização do software utilizando técnicas de mineração de dados para encontrar as empresas fornecedoras mais próximas das empresas montadoras.

Os objetivos específicos foram:

- a) Aplicar os processos de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (KDD), para selecionar e padronizar os dados interessantes para aplicação das técnicas de mineração de dados;
- b) Realizar estudo sobre as técnicas de mineração de dados tradicional e mineração de dados espacial para cálculo de distância geográfica entre empresas diversas, baseado somente nas coordenadas geográficas das empresas;
- c) Desenvolver sistema inteligente, com interfaces visuais, para permitir a parametrização das consultas e dos resultados, bem como para facilitar o entendimento das respostas apresentadas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvido um sistema inteligente utilizando linguagem C#, dentro do ambiente Microsoft .NET e banco de dados MySQL que permite a parametrização e a visualização dos resultados.

Além do sistema inteligente e da utilização dos conceitos de KDD e de mineração de dados, foi necessária a utilização de uma fórmula para cálculo de distâncias entre coordenadas geográficas conhecida como fórmula de Haversine (NORDIN et al., 2012). Essa função é bastante usada em sistemas de navegação e é capaz de fornecer a distância entre dois pontos de uma esfera utilizando coordenadas geográficas (latitude e longitude). Realizando uma aproximação da Terra como uma esfera perfeita, é possível apresentar um erro médio de 0.3% nos cálculos.

A fórmula de Haversine é apresentada na Equação 1:

Equação 1 – Fórmula de Haversine

$$d = 2 \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta \phi}{2} \right) + \cos \phi_i \cdot \cos \phi_f \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta \lambda}{2} \right)} \right)$$

(Fonte: SILVA, 2012)

Onde ϕ_i , λ_i , ϕ_f e λ_f representam as coordenadas, latitude e longitude, dos pontos inicial e final, respectivamente, e $\Delta\phi$ e $\Delta\lambda$ representam as diferenças em latitude e longitude, respectivamente, entre os 2 pontos.

O valor calculado na fórmula da Equação 1, “d”, representa a distância angular entre os 2 pontos na esfera terrestre. Portanto, a distância entre eles, em quilômetros (km), é dada por $r \cdot d$, onde r representa o raio da esfera terrestre, em quilômetros – no caso da presente dissertação, foi considerado o valor de 6.372,8km (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2012). Para utilização da fórmula de Haversine, as coordenadas geográficas estão representadas em graus decimais ao longo deste trabalho.

Os dados utilizados na presente pesquisa são dados cadastrais de empresas da área de engenharia mecânica, especificamente da indústria automotiva do Estado de São Paulo. Esses dados cadastrais foram obtidos perante a Junta Comercial do Estado de São Paulo – JUCESP –, em formato de arquivo de textos simples, sem formatação prévia. Inicialmente foram obtidos 830.203 registros de bases de dados de empresas – dentro dos quais havia informações válidas, mas também informações duplicadas, incompletas ou inutilizáveis por insuficiência de dados.

Dentre os registros obtidos para cada empresa estão informações como nome e endereço. Entretanto, um dado bastante relevante também encontrado é o atributo denominado CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) (IBGE, 2016), que contém a informação sobre o tipo de atividade econômica exercida pela empresa, sendo uma forma de padronizar, em todo o território nacional, as atividades econômicas executadas. Esse atributo é de fundamental importância para o presente trabalho, visto que a partir dele foi possível realizar uma primeira parte do processo de KDD, filtrando as empresas desejadas para tal pesquisa e, ato contínuo, classificar as empresas entre montadoras de veículos e fornecedoras de autopeças.

Para tal processo de classificação foram consideradas as empresas com CNAEs de números referentes a algumas atividades de engenharia mecânica, especificamente da indústria automotiva. Na Tabela 1 a é possível verificar as empresas fabricantes e/ou montadoras de veículos.

Para fornecimento de peças e equipamentos para as montadoras, foram listadas as empresas com CNAEs relacionados a fabricação de peças e acessórios para a indústria automotiva, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 1. CNAEs relacionados a fabricantes e montadores de veículos.

CNAE	Descrição da atividade econômica
29.10-7	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários
29.20-4	Fabricação de caminhões e ônibus
29.30-1	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores

Tabela 2. CNAEs relacionados à fabricantes e fornecedores de autopeças.

CNAE	Descrição da atividade econômica
29.41-7	Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor de veículos automotores
29.42-5	Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores
29.43-3	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores
29.44-1	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão de veículos automotores
29.45-0	Fabricação de material elétrico e eletrônico para veículos automotores, exceto baterias
29.49-2	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores não especificados anteriormente

A partir dessa segmentação e do processo de limpeza e filtragem feitos anteriormente, restaram separadas 1.095 empresas consideradas fabricantes e/ou montadoras de veículos automotores e 3.515 empresas fabricantes de autopeças, sendo consideradas potenciais fornecedoras de insumos para as montadoras do primeiro grupo.

Após esse processo de limpeza e categorização, os registros dessas empresas foram armazenados em outra tabela de banco de dados (“tb_empresa”), enquanto uma nova tabela (“tb_empresa_cnae”) recebeu os códigos das atividades econômicas (CNAEs), vinculados à cada empresa. Por fim, outra tabela foi criada para armazenar as informações dos municípios existentes no Estado de São Paulo, bem como as regiões administrativas a cada qual município pertence (SEADE, 2016).

Essa última tabela (“tb_regiao_administrativa”) serve de apoio ao usuário, a fim de permitir a aplicação de filtros de pesquisa quanto à localização das empresas em cada região administrativa do Estado de São Paulo.

As tabelas de banco de dados acima descritas são vistas na Figura 1.

Figura 1. Relacionamento entre tabelas do banco de dados.

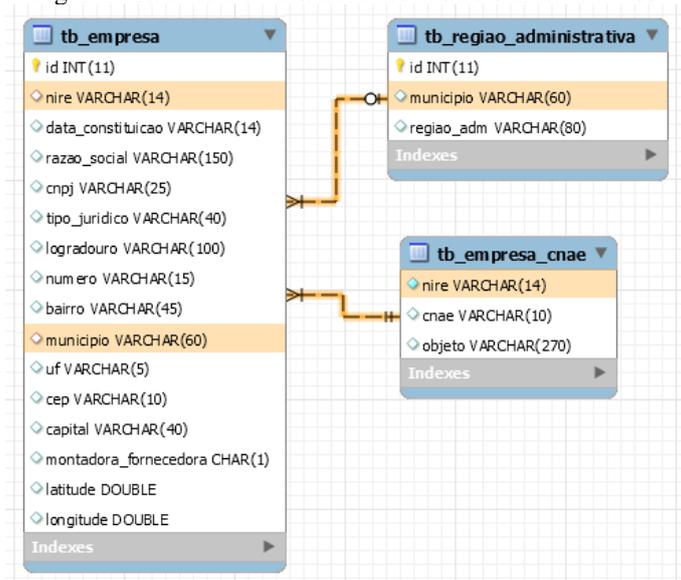
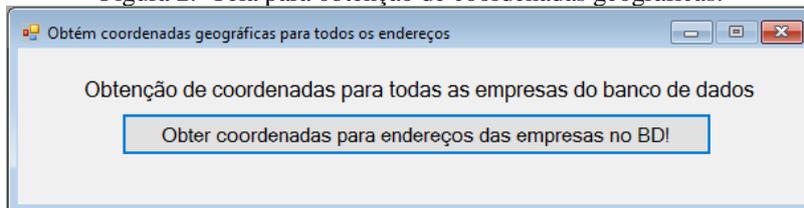


Figura 2. Tela para obtenção de coordenadas geográficas.



Os dados obtidos, armazenados e que passaram por um processo inicial de preparação – etapa de pré-processamento – precisam ser analisados, pois o real valor desses dados reside na informação que se pode extrair deles, formando o conhecimento, essencial para o processo de tomada de decisão em uma organização. Além disso, esses dados cadastrais possuem somente parte da informação para a execução do processo de mineração de dados espacial, não possuindo uma das partes principais: as coordenadas geográficas.

Para obter as coordenadas para cada empresa, e a fim de conseguir obter o conhecimento potencial que esses dados possuem, mas que até então permanecia inerte, foi desenvolvida uma aplicação que permite utilizar, filtrar e descobrir informações da base de dados pré-processada. Uma tela de grande importância no sistema é apresentada na Figura 2. Ela é utilizada para permitir a obtenção de coordenadas geográficas para todos os registros armazenados no banco de dados do sistema. Uma vez que essa obtenção seja realizada, não é necessária executá-la novamente, pois as coordenadas geográficas obtidas são gravadas na tabela de empresas do banco de dados.

A obtenção das coordenadas geográficas a partir do endereço das empresas é realizada por intermédio de um serviço do Google Maps² – serviço gratuito fornecido pelo Google que, dentre outras funções, permite a realização de busca de endereços, coordenadas geográficas e visualização de mapas.

O Google Maps possui uma API³ que permite o uso de seus recursos e sua incorporação em sites e aplicativos. A utilização da API também é gratuita, podendo ser utilizada mesmo em sites e aplicativos comerciais.

A única limitação no uso gratuito da API é que esta permite apenas a execução de 2.500 consultas por dia. O Google fornece uma seção para desenvolvedores em site, contendo ampla documentação e exemplos de utilização de seus serviços e API. O serviço da API do Google Maps que foi utilizado no desenvolvimento do projeto foi o que permite a obtenção das coordenadas geográficas a partir de um endereço fornecido.

O trecho de programação referente à utilização da API do Google Maps para obtenção das coordenadas geográficas é apresentado no Quadro 1.

```
// URL com o serviço de API do Google Maps para obtenção de coordenadas
string url = "https://maps.google.com/maps/api/geocode/xml?address=" + endereco +
"&sensor=false&key=AIzaSyC5aATF7YYUI3o0AKhMVOCpGSI0adHkk6I";

// cria objeto de requisição para solicitação de retorno dos dados da URL
WebRequest request = WebRequest.Create(url);
// cria objeto de DataTable para armazenar os retornos
DataTable dtbCoord = new DataTable();

// recupera o retorno do processamento da API do Google, para o endereço fornecido
using (WebResponse response = (HttpWebResponse)request.GetResponse())
{
    // configura objeto para leitura do retorno do processamento
    using (StreamReader reader = new StreamReader(response.GetResponseStream(), Encoding.UTF8))
    {
        DataSet dsResult = new DataSet();
        // converte o resultado da leitura para um objeto DataSet
        dsResult.ReadXml(reader);
        // monta objeto DataTable para ler cada parâmetro retornado pelo Google Maps
        dtbCoord.Columns.AddRange(new DataColumn[4] { new DataColumn("Id", typeof(int)),
            new DataColumn("Address", typeof(string)),
            new DataColumn("Latitude", typeof(string)),
            new DataColumn("Longitude", typeof(string)) });

        // algoritmo iterativo para preencher DataTable com cada parâmetro retornado
        foreach (DataRow row in dsResult.Tables["result"].Rows)
        {
            string geometry_id = dsResult.Tables["geometry"].Select("result_id = " +
                row["result_id"].ToString())[0]["geometry_id"].ToString();
            DataRow local = dsResult.Tables["location"].Select("geometry_id = " + geometry_id)[0];
            dtbCoord.Rows.Add(row["result_id"], row["formatted_address"], local["lat"], local["lng"]);
        }
    }
}
```

Quadro 1. Código-fonte de programação para obtenção das coordenadas.

² <https://maps.google.com/maps/> (acessado em 26/12/2016)

³ *Application Programming Interface* ou Interface para Programação de Aplicação

De posse das coordenadas geométricas para cada empresa, a distância entre duas ou mais delas é calculada com a utilização da fórmula de Haversine, explicada previamente. O código-fonte com a fórmula de Haversine pode ser visto no Quadro 2.

```
public double calculaDistancia(double latA, double longA, double latB, double longB)
{
    // define valor para o raio da Terra
    double raioTerra = 6372.8;
    // diferença entre latitude final e inicial; o mesmo para longitude
    double deltaLat = GrausParaRadianos(latB - latA);
    double deltaLong = GrausParaRadianos(longB - longA);

    // realiza o cálculo principal da fórmula de Haversine
    double a = Math.Pow(Math.Sin(deltaLat / 2), 2) +
        Math.Cos(GrausParaRadianos(latA)) *
        Math.Cos(GrausParaRadianos(latB)) *
        Math.Pow(Math.Sin(deltaLong / 2), 2);
    // conclui o cálculo da fórmula
    double haversine = 2 * Math.Atan2(Math.Sqrt(a), Math.Sqrt(1 - a));
    // retorna o valor calculado, multiplicando pelo raio da Terra
    return raioTerra * haversine;
}
```

Quadro 2. Código-fonte de programação com a função de Haversine.

A principal tela de utilização no sistema inteligente é a tela de pesquisa e listagem de empresas, apresentada na Figura 3. Nessa tela é possível realizar diversos filtros, a fim de conseguir obter o melhor resultado, além de ser possível visualizar as respostas do sistema também nessa tela.

Utilizando a tela apresentada da Figura 3 foram realizados diversos testes para verificar a validade da proposição do presente trabalho. Dentre esses testes, houve variação da região administrativa selecionada, bem como da cidade escolhida, da quantidade de empresas a serem visualizadas e, por fim, das empresas montadoras selecionadas. Alguns dos testes realizados são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Figura 3. Tela de pesquisa e listagem de empresas, com seus filtros.

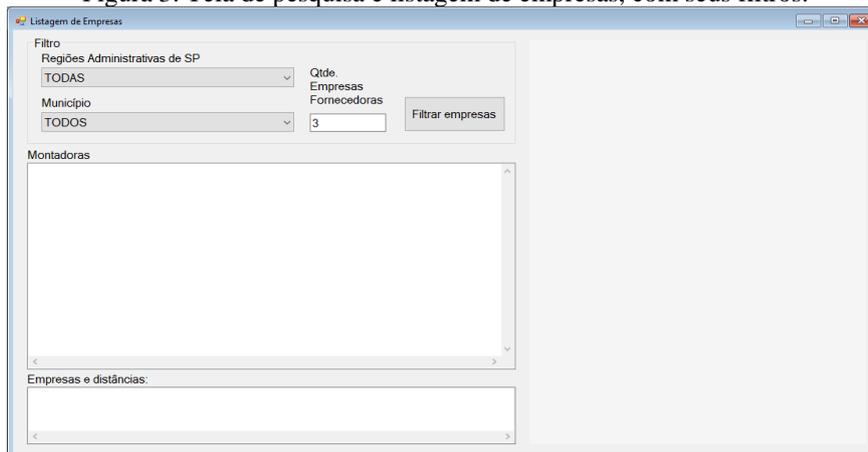


Tabela 3. Parâmetros de Pesquisa para Mercedes-Benz do Brasil.

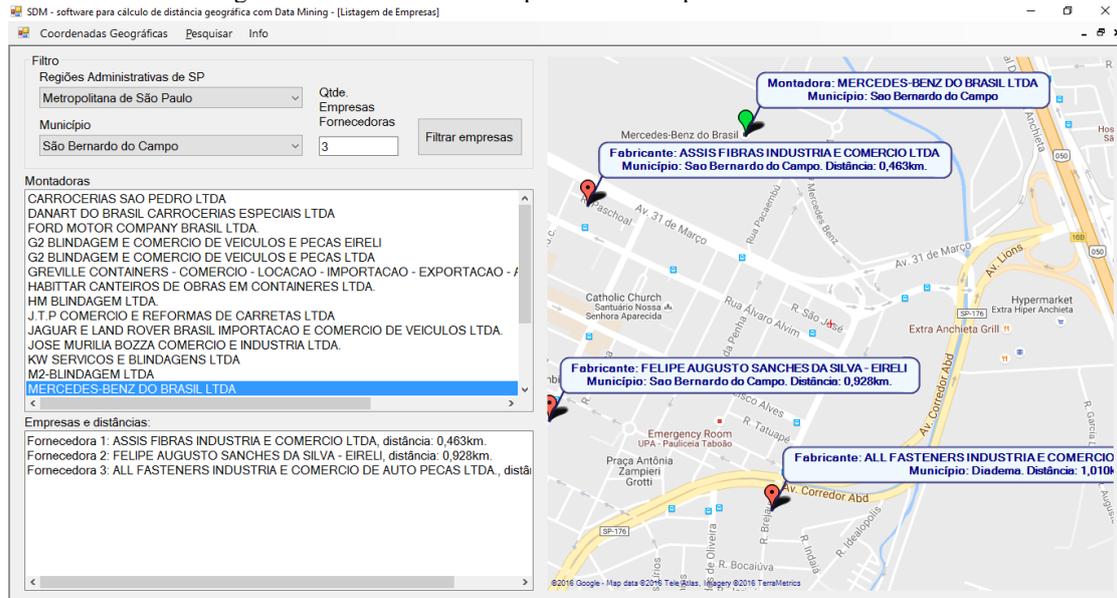
Parâmetro	Valor
Região Administrativa	Metropolitana de São Paulo
Município	São Bernardo do Campo
Qtde. de Empresas Fornecedoras	3
Montadora Escolhida	Mercedes-Benz do Brasil

Tabela 4. Parâmetros de Pesquisa para Carrocerias Torrezan Ltda.

Parâmetro	Valor
Região Administrativa	Metropolitana de Sorocaba
Município	TODOS
Qtde. de Empresas Fornecedoras	3
Montadora Escolhida	Carrocerias Torrezan Ltda.

Após realizar o filtro das empresas montadoras, o usuário precisa somente clicar na empresa montadora para a qual deseja obter os resultados, conforme apresentado na figura 4 (em resposta aos dados de filtro de pesquisa apresentados na tabela 3).

Figura 3. Fornecedores mais próximos à empresa Mercedes-Benz.

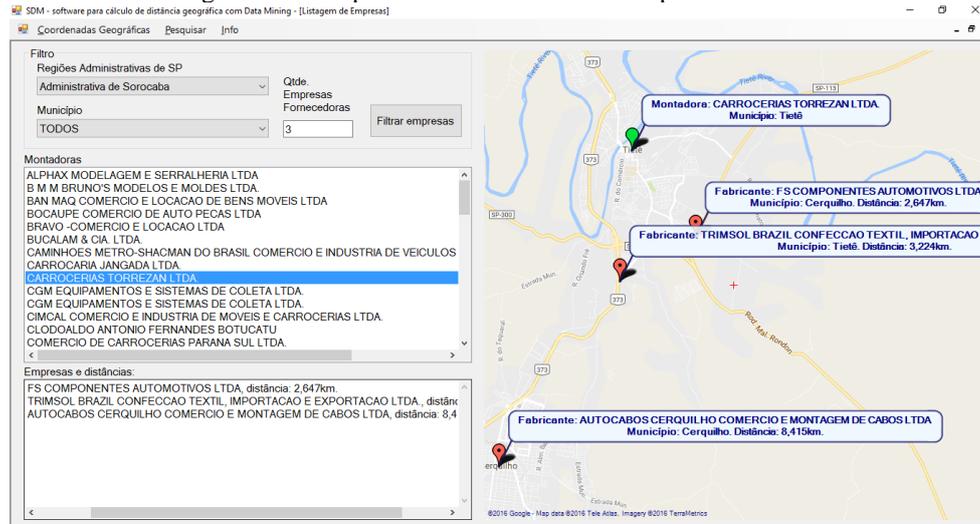


O usuário do sistema, ao fazer uso do aplicativo para encontrar as empresas fornecedoras mais próximas de uma empresa montadora, não precisa despende de tempo para encontrar os endereços e calcular as distâncias para localizar as empresas mais próximas: basta realizar o filtro da região administrativa e, eventualmente, do município, para que consiga encontrar as montadoras e, a partir dessa listagem, as “n” fornecedoras mais próximas para a empresa selecionada – sendo “n” um número facilmente configurável na área de filtros da tela de listagem de empresas.

Tal operação, se executada de forma manual, demandaria uma grande quantidade de tempo, além de ser um trabalho custoso.

Outro ponto de destaque na utilização do sistema inteligente diz respeito ao fato de não haver limitação de município para a localização das fornecedoras mais próximas: uma vez que o cálculo utiliza coordenadas geográficas e a fórmula de Haversine, as empresas mais próximas serão localizadas de maneira absoluta, como é possível visualizar na Figura 5, onde parte das empresas resultantes é do mesmo município da montadora e outra parte localiza-se em outro município – dados de pesquisa dos testes da Tabela 4.

Figura 5. Exemplo: fornecedores em municípios diferentes.



4 DISCUSSÃO

A partir das análises efetuadas nos resultados obtidos pelo software Arranjo Paraconsistente para as redes de NAPs 1, 2, 3 e 4 demonstradas nas tabelas 6, 7, 8 e 9 respectivamente, aplicando 3, 4 e 5 padrões, foi possível obter êxito na identificação de todos os números, porém, não de forma isolada. O resultado deve ser considerado empregando o melhor desempenho em cada uma das configurações para cada um dos códigos numéricos.

Os melhores resultados obtidos para cada um dos números, empregando uma das 4 redes foram:

- Número 0: Apresenta correta identificação nas redes 1, 2 ou 3, com 100% de acerto usando os 3 padrões nas redes 1 e 3.
- Número 1: Corretamente identificado na rede 4, empregando 3, 4 ou 5 padrões. Porém, o *software* não obteve a identificação isolada em nenhuma configuração de padrões, sendo também identificado como os números 0, 2, 3, 4, 5 e 9.
- Número 2: Apresenta correta identificação na rede 1, usando 3, 4 ou 5 padrões; na rede 3, usando 3, 4 ou 5 padrões; e na rede 4, usando 5 padrões. Obteve-se assertividade de 100% nas redes 1 e 3 com qualquer quantidade de padrões.

5 CONCLUSÕES

À primeira vista, a tarefa de analisar dados pode parecer simples. Entretanto, trata-se de uma atividade difícil, principalmente quando envolve grande quantidade de dados. Afinal, a ação humana demonstra-se limitada quando exigida de forma massiva, uma vez que sofre influência do cansaço e da exaustão – dentre outros fatores externos –, o que pode comprometer seu desempenho e a assertividade em suas respostas. Portanto, é de grande importância ter o apoio de sistemas inteligentes e apropriados para a necessidade de ser “minerada”, tornando o tratamento e a exploração dos dados mais simplificados e assertivos para obtenção de conhecimento.

O presente trabalho apresentou, de maneira teórica e prática, o grande potencial do processo de exploração de dados denominado Descoberta de Conhecimento em Base de Dados (KDD), conseguindo extrair, de uma vasta massa de dados bruta e inerte, com dados aparentemente desconexos, informações importantes para o processo decisório de escolher empresas fornecedoras de materiais a empresas compradoras – neste caso, baseando-se apenas na proximidade e no tipo de atividade econômica dos potenciais fornecedores.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais: Uma Introdução**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- AYRES, A. DE P. S. **Gestão de Logística E Operações**. 1. ed. Curitiba: IESDE, 2009.
- CORDEIRO, R. L. F.; FALOUTSOS, C.; JÚNIOR, C. T. Data Mining in Large Sets of Complex Data. 2013.
- FRAWLEY, W. J.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; MATHEUS, C. J. Knowledge Discovery in Databases : An Overview. **AI Magazine**, v. 13, n. 3, p. 57–70, 1992.
- IBGE, I. B. DE G. E E. **CONCLA - Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <<http://www.cnae.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. **Modelo de Logística Reversa com a Utilização do Algoritmo Genético** Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. **Anais...**2012
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- NORDIN, N. A. M. et al. Finding Shortest Path of the Ambulance Routing : Interface of A * Algorithm using C # Programming. p. 1569–1573, 2012.
- SEADE, F. S. E. DE A. DE D. **Regiões Administrativas do Estado de SP**. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/divpolitica/index.php?page=tabela&action=load&nivel=30>>. Acesso em: 12 nov. 2016.
- SILVA, T. **Data mining de dados geo-temporais para suporte à mobilidade**. [s.l.] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.