ANPET
XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes
CURITIBA — PR

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMAR MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE CARGA

Daniel Neves Schmitz Gonçalves

Luiz Antonio Silveira Lopes

Marcelino Aurelio Vieira da Silva

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-87893-17-8

9 788587 893178

anpet

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMAR MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE CARGA

Daniel Neves S. Gonçalves
Luiz Antônio S. Lopes
Instituto Militar de Engenharia
Marcelino Aurélio V. da Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO
A análise e a previsão de demanda de transporte de carga é um estudo necessário para se levantar as prioridades de investimentos no sistema de transporte de uma região, sendo uma ferramenta útil para auxiliar o planejamento estratégico. Porém, a explicação do comportamento dos fluxos de cargas entre as regiões não é simples, necessitando de considerações e ferramentas adequadas para sua previsão. As Redes Neurais Artificiais (RNA) podem ser um substituto potencial aos modelos estatísticos convencionais, por sua fácil interface dos programas com o usuário. O presente trabalho tem por finalidade propor a utilização da técnica de RNAs, como um modelo de distribuição de viagens, correspondendo a segunda etapa do método sequencial de quatro etapas, para estimar a matriz origem-destino (O-D) de carga, criando um procedimento e aplicando o mesmo em 2 produtos: soja em grão para exportação e do bioetanol para o abastecimento do mercado interno brasileiro.

1.INTRODUÇÃO

A busca por sistemas de transporte de cargas eficientes, tornou-se o principal desafio dos países desenvolvidos e em desenvolvimento no início do século XXI, compatibilizar os modais existentes com as demandas de produção local, afim de atingirem uma sustentabilidade econômica passou a ser a meta de muitas políticas. Em âmbito nacional, o Brasil implantou e vem implantando inúmeras ações de reestruturação e modernização de sua infraestrutura, o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC1 e 2, é um dos exemplos destas ações.

Para estes investimentos são necessários um amplo planejamento de transportes, um dos modelos utilizados em partes deste planejamento é o método sequencial também conhecido como método de quatro etapas. De acordo com Souza e D'Agosto (2013) este método é uma ferramenta capaz de estimar o fluxo de tráfego interzonal, considerando a geração e distribuição de viagens, a escolha modal e a alocação de fluxo, destacando sua abrangência e utilidade em apoiar o desenvolvimento socioeconômico do país. O método é utilizado no planejamento do transporte de carga com a finalidade de estimar fluxos futuros de carga na região em estudo, logo, baseado nos resultados do método, os tomadores de decisão elaboram e avaliam diferentes alternativas para implantação ou aprimoramento da efetividade do sistema de transporte existente.

A técnica de Redes Neurais Artificiais (RNAs), mesmo sendo razoavelmente conhecida em diversos ramos de atividades, somente nesta última década tem sido utilizada com mais frequência na Engenharia de Transportes, sendo adequada para este tipo de aplicação, pois de acordo com alguns autores, ela tem mostrado um desempenho superior quando comparada com tradicionais técnicas de regressão, principalmente pela sua capacidade de capturar a não linearidade por detrás dos dados (Raia Júnior, 2000).

Embora não esteja evidenciado na literatura, as RNAs podem ser utilizadas na segunda etapa do Método sequencial. Segundo Brondino (1999), nos problemas de previsão, a modelagem através de RNA surge como um substituto potencial aos modelos estatísticos convencionais, pela fácil interface dos programas com o usuário e a não necessidade de possuir conhecimento

prévio da relação das variáveis envolvidas, ao contrário de modelos estatísticos utilizados para o mesmo fim. Logo, as RNAs têm sido amplamente utilizadas como técnica de suporte ao planejamento de transportes (Alves, Silva e Waerden, 2012).

Como hipótese do trabalho, definiu-se que é possível utilizar RNAs como um dos modelos de distribuição de viagens, correspondente a segunda etapa do Método de quatro etapas, partindo da premissa de que é possível utilizar o método de quatro etapas no planejamento de transporte de carga, com finalidade de estimar os fluxos de carga na região de estudo.

2. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

De acordo Souza e D' Agosto (2012) existe uma lacuna na publicação de trabalhos sobre o uso do método de quatro etapas como ferramenta de planejamento de transporte de cargas no Brasil em periódicos científicos, correspondendo apenas 9% dos trabalhos levantados. Segundo Corrêa (2008) poucos são os trabalhos realizados com a utilização da técnica de RNAs na área de transporte de cargas e logística, sendo apenas 4,5% dos trabalhos brasileiros e 16% dos estrangeiros.

Objetivo Geral do trabalho é propor um procedimento para aplicação de RNAs da segunda etapa do método sequencial, e Estimar a matriz origem-destino (O-D) de grãos de soja no Brasil destinado à exportação e do bioetanol para o abastecimento do mercado interno, com aplicação de RNA para o estágio de tendência. Já os objetivos específicos são: comparar os resultados obtidos com o Modelo Gravitacional, avaliar os erros encontrados e definir os níveis aceitáveis, avaliar qual a melhor ferramenta para treinar o modelo, determinar qual o melhor número de neurônios e verificar a influência do algoritmo de treinamento e da função de ativação na precisão do modelo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As RNAs são modelos matemáticos que tentam simular o funcionamento do cérebro humano com objetivo de resolver problemas da vida real. Estas são utilizadas nas mais diversas áreas de aplicação como previsão, classificação e controle (Brondino, 1999). Pode-se afirmar que RNAs são sistemas paralelos distribuídos, compostos por unidades de processamento simples (nós) que calculam determinadas funções matemáticas, que normalmente não são lineares (Alves, Silva e Waerden, 2012).

As redes neurais têm um potencial de aplicação muito vasto na área de transportes, Madalozo, Dyminski e Ribeiro (1997), citam como exemplo destas aplicações: em estudos de comportamento de motoristas de veículos autônomos, estimação de parâmetros em pesquisas de fluxo de tráfego, manutenção de pavimentos, classificação/detecção de veículos, análise de modelos de tráfego, operações de transporte de carga, previsão de tráfego, política e economia de transporte, operação de metrôs e controle de tráfego. Conforme Corrêa (2008) desde os anos de 1980, a técnica de RNA vem sendo utilizada nos países desenvolvidos. Já no Brasil, isto aconteceu a partir da segunda metade da década de 1990 e, desde então, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos, particularmente com aplicações no Setor de Transportes.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Com base na revisão bibliográfica e nos artigos analisados foi elaborado um procedimento para estimar matrizes O-D de carga, conforme pode ser observado no fluxograma apresentado na Figura 1.

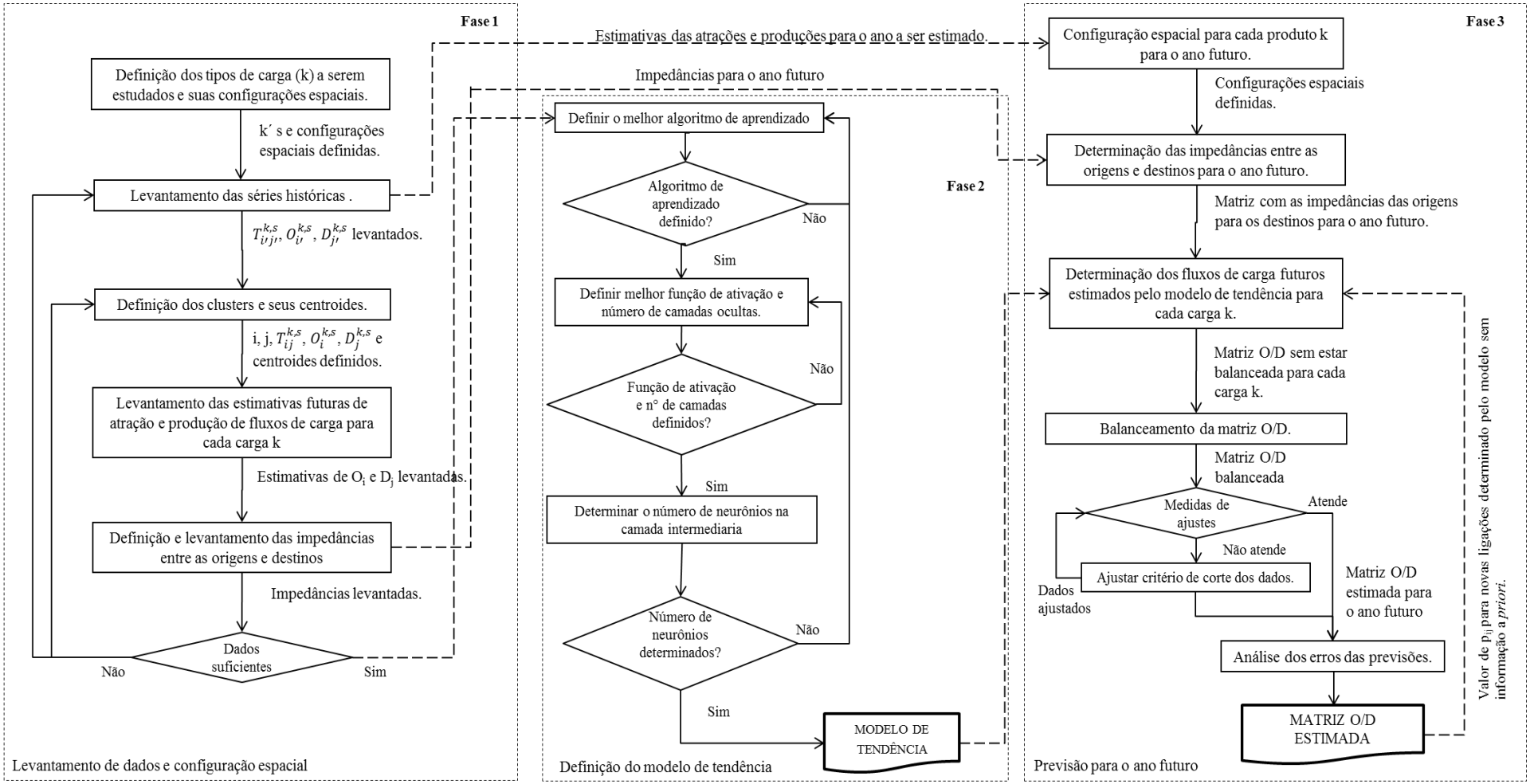

Figura 1: Procedimento proposto
Fonte: Adaptado de da Silva (2013)

5. RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS E ESPERADOS

Foram realizados testes preliminares nas *commodities* soja e açúcar utilizando redes *Multilayer Perceptron* com uma camada oculta, algoritmo de aprendizado *Levenberg-Marquardt* e como função de ativação a tangente hiperbólica. Os resultados obtidos foram mais precisos quando comparados aos resultados utilizando modelo gravitacional possuindo um coeficiente de determinação, superior em 9% no caso da soja e em 5,3% no açúcar e um Índice de Dissimilaridade menor em 6,92% e 5,59% respectivamente. Novos testes serão realizados com outras ferramentas para treinar o modelo, outros algoritmos de treinamento, topologias de rede e funções de ativação a fim de identificar a melhor combinação para tornar mais preciso o modelo.

Agradecimentos

Para a Confederação Nacional do Transporte (CNT), o Serviço Social do Transporte (SEST), o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT) e para o Instituto de Transporte e Logística (ITL) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, V. F. b., Silva, A. N. R. e Waerden, P. (2012) *Técnicas exploratórias para localizar potenciais usuários de transporte público urbano*. Journal of Transport Literature, vol. 6, n. 3, pp; 180-203.

Brondino, M. C. (1999) *Estudo da influência da acessibilidade no valor de lotes urbanos através de redes neurais.* Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Transportes), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Corrêa, F. (2008) *Aplicação de redes neurais artificiais no setor de transportes no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

Da Silva, M. A. V. (2013) *Uso do Conceito de maximização de entropia para auxiliar na estimativa de matrizes origem-destino com características dinâmicas*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Madalozo, H.C. Dyminski, A.S. e Ribeiro, E.O. (2004) *Análise de curvas horizontais de rodovias, para melhoramento de projeto e operação, utilizando redes neurais artificiais.* Anais do 18° Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito -ANPET, Santa Catarina.

Raia Jr, A. A. (2000) *Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas.* Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Transportes), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Souza, C. D. R. e D'Agosto, M. A. (2013) *Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga*. Journal of Transport Literature, Vol. 7, n. 2, pp. 207-234.