

Mapping inter-city trade networks to maximum entropy models using electronic invoice data

Por Cesar I. N. Sampaio Filho, Rilder S. Pires, Humberto A. Carmona e José S. Andrade

Fonte: OpenAlex · Unifor · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO	APLICABILIDADE	POTENCIAL ECONÔMICO	MATURIDADE
8/10	9/10	9/10	Média

Este paper propõe uma metodologia inovadora para mapear redes de comércio intermunicipais utilizando dados de notas fiscais eletrônicas e modelos de máxima entropia. A abordagem oferece uma ferramenta poderosa para compreender fluxos econômicos, identificar hubs comerciais e prever comportamentos de rede, com implicações significativas para planejamento urbano, otimização logística e estratégias de desenvolvimento econômico regional.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

TradeFlow Insights: Uma plataforma SaaS que ingere dados anonimizados de notas fiscais eletrônicas (ou dados transacionais similares) para fornecer a empresas e governos insights em tempo real sobre redes de comércio intermunicipais, otimizando logística, identificando oportunidades de mercado e informando o planejamento estratégico.

Aplicações práticas

Otimização de rotas logísticas e localização de centros de distribuição, planejamento urbano e de infraestrutura baseado em padrões de comércio, identificação de polos de crescimento econômico, análise de inteligência de mercado para identificar oportunidades e monitoramento da saúde econômica regional.

Potencial de mercado

Alto. A capacidade de modelar e prever fluxos de comércio é extremamente valiosa para setores como logística, varejo, manufatura, governo e serviços financeiros. A otimização de cadeias de suprimentos e a tomada de decisões estratégicas baseadas em dados podem gerar eficiências e novas fontes de receita significativas.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

A dificuldade em modelar e compreender com precisão as complexas relações de comércio intermunicipais e os fluxos econômicos, frequentemente limitada pela disponibilidade de dados granulares e frameworks analíticos adequados. Métodos tradicionais carecem da capacidade preditiva e da granularidade oferecida por dados transacionais detalhados.

Metodologia

A pesquisa utiliza dados de notas fiscais eletrônicas (transações de banco de dados) para construir redes de comércio intermunicipais. Aplica o Princípio da Máxima Entropia para modelar essas redes, empregando grafos bipartidos e listas de adjacência para representar as relações comerciais entre cidades, potencialmente incorporando dados populacionais para contextualização ou normalização.

Principais descobertas

A metodologia permite mapear e visualizar com precisão os fluxos de comércio intermunicipais, identificar nós (cidades) e links (rotas comerciais) críticos na rede econômica, e potencialmente prever volumes de comércio ou identificar anomalias usando princípios de máxima entropia. Oferece um framework robusto para analisar sistemas econômicos complexos a partir de dados transacionais.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Governos podem utilizar este modelo para projetar políticas de desenvolvimento regional mais eficazes, priorizar investimentos em infraestrutura (estradas, portos, conectividade digital) com base nas necessidades reais de comércio, monitorar a saúde econômica e identificar regiões que necessitam de intervenção ou incentivos fiscais direcionados.

PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

Colaboração entre a UNIFOR e grandes empresas de logística ou e-commerce para aplicar o modelo na otimização de suas cadeias de suprimentos específicas. Parceria com órgãos governamentais (ex: SEFAZ, secretarias de desenvolvimento econômico) para alavancar dados de notas fiscais em larga escala para estudos econômicos regionais e formulação de políticas públicas.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

4 direções estratégicas identificadas

STARTUP · IMPACTO ALTO · CIÊNCIA DE DADOS

TradeFlow Insights

Plataforma SaaS para empresas e governos visualizarem, analisarem e preverem fluxos de comércio intermunicipais usando modelos avançados de rede e dados de notas fiscais eletrônicas. Oferece otimização de rotas, identificação de oportunidades de mercado e monitoramento da saúde econômica regional.

POLÍTICA PÚBLICA · IMPACTO ALTO · GOVTECH

Hub de Inteligência Comercial do Ceará

Criação de uma unidade de inteligência governamental no Ceará, utilizando a metodologia da pesquisa com dados estaduais de notas fiscais para informar o planejamento de infraestrutura, incentivos de desenvolvimento regional e estratégias de resiliência econômica.

PARCERIA · IMPACTO ALTO · INDÚSTRIA 4.0

Otimização Logística com UNIFOR

Colaboração entre pesquisadores da UNIFOR e grandes empresas de logística (transportadoras, braços logísticos de e-commerce) para aplicar os modelos de rede de comércio de máxima entropia na otimização de suas cadeias de suprimentos específicas, reduzindo custos e melhorando tempos de entrega no Ceará e além.

PRODUTO CORPORATIVO · IMPACTO MÉDIO · SOFTWARE

Mapeador de Rede Comercial Corporativa

Um módulo de software especializado ou serviço oferecido por grandes consultorias ou fornecedores de software empresarial (ex: SAP, Oracle) aos seus clientes, permitindo mapear suas redes comerciais internas e externas, analisar dependências e identificar locais estratégicos para novas instalações ou centros de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE

Database transaction · Principle of maximum entropy · Pairwise comparison · Bipartite graph · Adjacency list · Population · Binary number · Entropy (arrow of time)