

O DESENCADEAMENTO DA INDUSTRIALIZAÇÃO EM SÃO PAULO E MINAS GERAIS: A DIFERENCIACÃO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE JUIZ DE FORA E DE SÃO PAULO

Silvia Harumi Toyoshima

Professora Adjunta do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa

Wanderson Luiz Lopes Fortunato

Aluno de Iniciação Científica da Fapemig, do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa

Resumo:

O objetivo dessa pesquisa foi analisar as diferenças na dinâmica de crescimento populacional e produtivo entre os Municípios de Juiz de Fora e de São Paulo, no período em que se desencadeou o processo de desenvolvimento industrial nestas localidades. A fim de atingir tal objetivo foram feitos estudos que procuram identificar o grau de associação entre tamanho da população (que serve como *proxy* de mercado potencial), a taxa de crescimento populacional e o nível de atividade econômica dos municípios dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo. Adicionalmente, verificou-se o grau de concentração populacional de ambos os estados. O trabalho parte do pressuposto de Krugman (1994, 1998) de que um fator determinante dessa diferenciação se encontra, muitas vezes, numa pequena vantagem inicial de uma localidade, relativamente às outras, resultando em alterações qualitativas substanciais, com base nos princípios dos rendimentos crescentes. A metodologia utilizada para mensurar o padrão de formação do mercado, com base na evolução da população, será a técnica de Redes Neurais Artificiais (comparada à Análise Multivariada Discriminante). Para mensurar o grau de concentração dos municípios será utilizado o índice de Gini. Tais análises serão acompanhadas de histórico comparativo de algumas características presentes nos dois municípios. Os principais resultados obtidos foram: a) a população do Município de São Paulo apresentou um padrão de crescimento não-linear na década de 1890, iniciando um processo de concentração da atividade industrial do Estado e do país, num processo auto-reforçante de desenvolvimento produtivo; b) a população de Juiz de Fora permaneceu estagnada, assim como sua indústria não deslanchou nesse período, em grande parte, devido à concorrência com São Paulo e Rio de Janeiro; c) tal fenômeno está estreitamente associado à falta de integração do mercado estadual, o que pode ser observado pela falta de associação entre tamanho da população e nível de atividade em Minas Gerais, sugerindo que grande parte da população estava inserida em atividades de subsistência, contrário do que ocorria em São Paulo; e d) o maior dinamismo das regiões revela geração maior de rendimentos crescentes, estando isso associado com maior grau de concentração das atividades em determinados locais, como pode ser observado quando os dois estados são comparados.

Palavras-chave: Dinâmica de crescimento populacional e produtiva; Rendimentos crescentes; Redes Neurais Artificiais.

1. Introdução

O objetivo dessa pesquisa foi analisar as diferenças na dinâmica de crescimento populacional e produtivo entre os Municípios de Juiz de Fora e de São Paulo, no período em que se desencadeou o processo de desenvolvimento industrial nestas localidades. A fim de atingir tal objetivo foram feitos estudos que procuram identificar o grau de associação entre tamanho da população (que serve como *proxy* de mercado potencial), a taxa de crescimento populacional e o nível de atividade econômica dos municípios dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo. Adicionalmente, verificou-se o grau de concentração populacional de ambos os estados.

A justificativa para esse tipo de pesquisa é procurar analisar porque o processo de industrialização de regiões que apresentam nível populacional e algumas características semelhantes segue rumos tão diferentes. No caso, especificamente, desses dois municípios, na 2^a metade do século XIX, o tamanho da população era bastante semelhante, além de apresentarem algumas características comuns. Em 1872¹ e em 1890, a população de Juiz de Fora era maior do que a do Município de São Paulo. O primeiro município era composto por 38.366 habitantes e 74.136, respectivamente, enquanto que o de São Paulo, por 31.385 e 64.694 habitantes. Contudo, como a população do Estado de Minas Gerais era mais que o dobro que a do Estado de São Paulo, Juiz de Fora concentrava, em 1872, apenas, 1,83% da população do Estado, ao passo que o Município de São Paulo, 3,75%. Em 1890, ambos os municípios apresentaram um pequeno aumento na participação da população de seus respectivos estados. Mas foi na década de 1890 que grandes alterações começaram a se processar no Município de São Paulo, levando a uma crescente diferenciação populacional em relação a Juiz de Fora, cuja população ficou praticamente estagnada nessa década, decaindo em seguida, até 1940.

A atividade cafeeira foi a principal responsável pelo desencadeamento do processo de industrialização nas regiões analisadas. Da mesma forma que em São Paulo, Minas Gerais tornou-se grande produtor de café, sendo que a Zona da Mata Mineira concentrava, em 1926, cerca de 71% da produção total do Estado, sendo considerada, na época, a região que oferecia melhores condições para o desenvolvimento desse produto². A produção dos dois Estados era

¹ Ano em que registra a primeira estatística oficial do IBGE.

² Inspetoria Agrícola Federal do Estado (1934).

bem semelhante por volta da década de 1870, se diferenciando, gradativamente, a partir desse período³.

O município de Juiz de Fora se tornou entreposto comercial do café produzido na Zona da Mata Mineira, de onde era escoado para os portos do Rio de Janeiro⁴. A partir dessa função, houve a acumulação de capital comercial, além do desenvolvimento de diversas atividades correlacionadas e de apoio – como a implantação de estrada-de-ferro, a instalação de luz elétrica, dentre outras atividades –, criando as condições para o surgimento de indústrias na região. Vários tipos de indústrias foram instalados, a partir da iniciativa de imigrantes alemães, mas foi a indústria têxtil que mais se desenvolveu no município⁵.

O crescimento da indústria têxtil em Juiz de Fora, no entanto, não acompanhou o mesmo ritmo do município de São Paulo, estagnando-se, posteriormente, face à concorrência desse mesmo município, além da do Rio de Janeiro.

Diversos fatores explicam a intensidade da industrialização de Juiz de Fora e de São Paulo, dentre eles, o próprio desenvolvimento diferenciado da cafeicultura, gerando acumulação de capitais, também, desigual.

O presente trabalho, contudo, parte do pressuposto de Krugman (1994, 1998) de que um fator determinante dessa diferenciação se encontra, muitas vezes, numa pequena vantagem inicial de uma localidade, relativamente às outras, em algum parâmetro (como tamanho da população ou existência de algum tipo de estabelecimento produtivo, por exemplo), resultando em alterações qualitativas substanciais, com base nos princípios dos rendimentos crescentes. De acordo com este autor, o princípio de retornos crescentes, aplicado à geografia econômica, significa que as economias externas presentes mais em determinadas regiões atraem empresas para o local, auto-reforçando tais economias externas e, consequentemente, levando mais empresas similares e, muitas vezes, complementares para o mesmo local. O resultado disso seria a aglomeração da atividade produtiva em algumas localidades, em detrimento de outras.

Nesse período em que o processo de industrialização ganhava dinamismo no país, o mercado interno, ainda, era bastante incipiente, sendo que grande parte da população não se inseria no mercado consumidor, exercendo atividades de subsistência⁶. O ritmo maior de

³ De acordo com Lima (1981), em 1876, Minas Gerais produziu cerca de 2 milhões de arrobas de café, enquanto São Paulo, 2,9 milhões. Em 1890, a diferença aumentou, com o primeiro estado produzindo 4,6 milhões e o segundo 9,1 milhões de arrobas de café.

⁴ Giroletti, (1976).

⁵ Sterling (1979).

⁶ Ver Furtado (1986).

crescimento da indústria têxtil de São Paulo possibilitou que essa atividade auferisse ganhos de escala, podendo fazer uso de tecnologias mais modernas. Tal fator reduziu as possibilidades de desenvolvimento da indústria têxtil juiz-forana.

Com base nesse quadro, mais especificamente, o presente trabalho pretende: a) fazer uma análise das condições econômicas iniciais presentes, nesse período histórico, para o desenvolvimento da indústria têxtil de Juiz de Fora, comparativamente às do Município de São Paulo; b) analisar a dinâmica da formação do mercado do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, no período 1920-1940, com ênfase nos Municípios de São Paulo e Juiz de Fora; c) mensurar a concentração populacional dos dois Estados por meio do índice de Gini, comparando os anos de 1920 e 1940.

A fim de captar a dinâmica não linear da formação das economias dos Estados será utilizada a metodologia de Redes Neurais, classificando os municípios em grupos diferentes, conforme seus níveis de aglomeração de atividades produtivas. Trata-se de um método mais adequado para avaliar sistemas complexos.

2 As condições iniciais para o desencadeamento do processo de industrialização nos Municípios de Juiz de Fora e de São Paulo

Para o desencadeamento do processo de industrialização, em uma região é necessária a existência prévia de capitais acumulados. O Brasil, no início de sua industrialização contou com o café como fonte geradora de excedentes que puderam ser canalizados para as indústrias nascentes. No entanto, a existência apenas de uma fonte de recursos não basta. Há uma série de condições econômicas – como a existência de mercado de trabalho, de mercado consumidor, de infra-estrutura formada pelo sistema de transportes, bancário, comercial, de serviços, dentre outros fatores – e de condições sociais, sobretudo, a transformação das relações de produção em tipicamente capitalistas.

Essas condições estavam presentes no município de Juiz de Fora, dado que se consolidou como entreposto comercial⁷ da Zona da Mata, região em que o café se desenvolveu e era importante fonte de recursos. Tal fato fez com que parte considerável dos recursos gerados pelo café acabasse se concentrando em Juiz de Fora.

⁷ A importância do município como entreposto comercial pode ser avaliada pelo número de estabelecimentos comerciais e de serviços que possuía em 1870: 107 casas de negócios, 13 mascates e fazendas, 8 hotéis, 5 farmácias, 4 mascates de jóias 3 relojoeiros, 2 carniceiros, 2 alfaiates, 2 barbeiros, 2 padarias, 2 cambistas, 1 casa de lavar chapéus, 1 livreiro, 1 ourives, 1 bilhar e 1 casa bancária (Oliveira, 1966).

Um dos fatores que contribuíram para a consolidação do município como grande centro comercial foi a implementação de uma infra-estrutura básica. A construção de uma rodovia, por iniciativa de Mariano Procópio Ferreira Lages, e, posteriormente, a inauguração da estrada-de-ferro Dom Pedro II⁸, melhoraram as condições de transportes da região, agilizando o tráfego de mercadorias e pessoas e ligando o município aos portos do Rio de Janeiro (Bastos, 1961:36). Foram, ainda, realizados outros empreendimentos, como a constituição da Companhia Mineira de Eletricidade e a criação de dois bancos, na segunda metade do século XIX (Giroletti, 1976).

Uma segunda condição que requer a industrialização é a existência de um mercado de trabalho, formado por trabalhadores livres⁹. Em Juiz de Fora, este mercado de trabalho começou a ser formado por ocasião da construção da rodovia União e Indústria. Mariano Procópio trouxe imigrantes, sobretudo alemães, para os trabalhos da Companhia. Começando os imigrantes a chegar em 1856, dois anos depois se instalou definitivamente a Colônia de alemães D. Pedro II. Em 1860, contava com uma população de 1144 pessoas. Concluídas as obras da rodovia, a maioria dos imigrantes fixou residência em Juiz de Fora, formando um mercado de trabalho cuja mão-de-obra era especializada. A chegada de outros imigrantes na região como já referido acima ocorria de forma bastante lenta. No entanto, segundo recenseamento feito em 1893, constatou-se a presença de 2.276 estrangeiros na área urbana – sendo que mais de 50% eram italianos, seguidos por portugueses, alemães e espanhóis – número bastante significativo se considerar que a população urbana não ultrapassava 10.200 pessoas (Oliveira, 1965). E tratava-se de mão-de-obra especializada.

A formação de um mercado interno é, também, condição essencial para o desenvolvimento industrial. Do ponto de vista populacional, o café fez com que a região da Zona da Mata, praticamente desabitada em 1822 (22 mil habitantes), passasse a 250 mil, em 1872, 430 mil, em 1890, e 840 mil, em 1920, crescimento bastante expressivo em um período curto de tempo. Apesar do contingente populacional ser grande, este mercado regional era de caráter restrito, na medida em que várias localidades da região fundaram suas próprias indústrias, basicamente nos ramos de bens de consumo¹⁰. Mesmo assim, será um importante mercado consumidor para as indústrias juiz-foranas. Contudo, um importante mercado para a indústria de Juiz de Fora será o do Rio de Janeiro, estado com o qual mantinha muitas relações comerciais desde o período da mineração.

⁸ Giroletti (1976) calcula que 55% das cargas transportadas pela ferrovia e rodovia se destinavam ou se originavam de Juiz de Fora e que 40% deste fluxo provinham do município.

⁹ Ver Mello, 1975.

Tudo isto tornou possível o desenvolvimento industrial de Juiz de Fora, a partir da segunda metade do século XIX. Até meados da década de 1930, Juiz de Fora se destacou como a principal cidade de Minas Gerais, quando foi suplantada por Belo Horizonte. A partir desta data, sua indústria entrou em decadência não conseguindo acompanhar as transformações ocorridas na industrialização nacional. Tal fenômeno deve ser entendido dentro de um processo mais amplo, relacionado à formação do mercado consumidor do Estado.

As regiões mineiras não tinham uma interligação econômica entre elas, implicando a ausência de um mercado consumidor mais amplo e integrado. Com o mercado disperso surgiu um grande número de pequenos estabelecimentos para o atendimento do consumo local. O início do processo de industrialização foi, assim, marcado por duas características básicas: o pequeno tamanho de seus estabelecimentos e a dispersão de suas indústrias, comparativamente a alguns Estados¹¹.

Quanto à dispersão das indústrias mineiras, Singer (1968) afirma que, em 1908, havia 43 estabelecimentos em Minas Gerais, estando distribuídos em 22 municípios. A justificativa é que “*estando a economia mineira repartida em numerosos conjuntos locais, estanques uns em relação aos outros, não seria mesmo possível surgir um único ou poucos centros industriais, de maior expressão (...)*” (p. 223). Acrescenta que, “*uma das consequências do crescimento dispersivo da indústria é o tamanho mais reduzido das fábricas e, conseqüentemente, a existência de menores ganhos de escala e de limitadas oportunidades de aperfeiçoamento tecnológico*” (p. 224), comprometendo o processo de acumulação de capital no Estado.

Da mesma forma, o desenvolvimento da cultura cafeeira paulista, a partir da segunda metade do século XIX, gerou um conjunto de atividades encadeadas com a atividade principal, constituindo-se o complexo cafeeiro. O sistema ferroviário, bancário, a agricultura de alimentos, dentre outras atividades, davam suporte à atividade cafeeira, mas também consistiam em fontes de aplicações lucrativas (Cano, 1977), contribuindo para a acumulação de capital e a formação do mercado interno.

Especificamente, em relação à capital São Paulo, até o surgimento do café, o seu crescimento esteve associado ao comércio e a algumas atividades produtivas de pouca

¹⁰ Ver Jacob, 1911.

¹¹ Em meados da década de 1900, Minas Gerais contava com 30 estabelecimentos na indústria têxtil, enquanto São Paulo, por exemplo, com apenas 18. A relação fusos por estabelecimento, no entanto, era de 1.512 no primeiro estado, enquanto no segundo era de 6.166; e o de teares, de 76 e 217 por estabelecimento, respectivamente (Jacob, 1911: 272).

importância. A posição geográfica do município levou ao estabelecimento de diversas vias de comunicação, ligando-o a várias regiões do país, o que acabou conferindo à cidade a função de entreposto comercial e de paragem para alcançar outras localidades, como ocorreu com o Município de Juiz de Fora. Contudo, São Paulo ocupava uma posição secundária no país, dentre outros municípios, fato que é comprovado pelo reduzido tamanho de sua população, já em finais do século XIX.¹²

Em 1890, como mencionado anteriormente, a população do município era composta por apenas de 64.934 habitantes. Durante essa década, a população praticamente quadruplica, registrando 239.820 habitantes, em 1900. O grande salto verificado deveu-se à forte imigração, como decorrência do esforço do governo para atrair mão-de-obra estrangeira, incluindo subvenções¹³, para substituir a mão-de-obra escrava nas lavouras cafeeiras. Entre 1872 e 1890, entraram no Estado 210.804 imigrantes estrangeiros e 45.847 nacionais. Entre 1890 e 1900, esse número salta para 733.918 e 70.292, respectivamente. Uma parte desses imigrantes foi para a capital exercer algum tipo de atividade urbana ou abrir um negócio próprio, diversificando a estrutura produtiva do município.

Em suma, apesar do tamanho da população dos dois municípios estudados ser semelhante no início do processo de industrialização, apresentarem algumas características – como o papel de entreposto comercial e local de paragem dos viajantes – e terem desenvolvido um conjunto de atividades complementares – como ferrovias, sistemas bancários, dentre outras atividades –, a partir de 1890, o Município de São Paulo capitalizou os benefícios advindos da atividade cafeeira, concentrando gradativamente tanto a população como a atividade industrial do Estado. Havia diferenças entre os dois Estados em termos de acumulação de capital decorrente da atividade cafeeira, que foi um grande diferencial explicativo do desenvolvimento diferenciado. Havia, também, maior integração entre os municípios de São Paulo, ao contrário do que ocorria com Minas Gerais. Mas, o que se quer ressaltar no trabalho é que esses dois aspectos contribuíram para que efeitos de rendimentos crescentes operassem com muito maior intensidade numa localidade, que foi o Município de São Paulo, nesse período, concentrando não só a atividade industrial do estado como do país.

¹² Ver Toledo, 2003.

¹³ A partir de 1900, houve redução da imigração subvencionada e aumento da imigração espontânea, implicando a diminuição do número de imigrantes. Ver Gremaud *et al* (1997: 56).

3. Rendimentos crescentes

O conceito e estudo de aglomerações espaciais de indústrias não são recentes, sendo primeiramente formulado por Marshall, ainda em princípios do século XX e, posteriormente, constituindo-se no objeto principal de estudos regionais¹⁴. De acordo com esse autor, quando um núcleo de empresas se localizava numa dada região, havia uma tendência a atrair outras empresas do mesmo tipo (Marshall, 1946).

A maioria dos autores continuou a seguir essa identificação de Marshall das razões para a concentração de empresas de um mesmo gênero ou ramo industrial em determinadas localidades. Já, Krugman (1991) focaliza as externalidades gerais antes que as externalidades específicas de uma indústria em particular. O padrão centro-periferia emerge mais devido às externalidades pecuniárias associadas aos encadeamentos a jusante e a montante do que aos *spillovers* puramente tecnológicos. As externalidades pecuniárias, por sua vez, surgirão da interação das economias de escala com os custos de transportes. Por causa das economias de escalas, a manufatura se concentrará em apenas alguns lugares, o que por sua vez permite maior exploração das economias de escala. Tal concentração faz com que empresas afluam para esses locais para minimizar custos de transportes, uma vez que ficam próximas do mercado, ou seja, da população que está aumentando e das empresas que vão demandar ou fornecer produtos de outras empresas. Há, assim, um processo auto-reforçante em que “*a produção manufatureira tenderá a se concentrar onde há um grande mercado, mas o mercado será grande onde a produção manufatureira está concentrada*” (p. 486). Contudo, não existem apenas forças que levam à concentração produtiva. Na realidade, há o embate de duas forças opostas: a centrípeta, que leva à concentração – devido aos encadeamentos, devido ao tamanho do mercado, mercado de trabalho e economias externas puras – e a centrífuga, que produz efeito contrário – devido aos fatores imobilizados¹⁵, aluguel da terra e deseconomias externas puras (Krugman, 1998). Na linguagem de sistemas complexos diz-se que a primeira produz efeitos de *feedback positivo* enquanto a segunda, de *feedback negativo*. Há concentração quando o primeiro efeito supera o segundo.

De acordo com Krugman (1991), quais locais a população escolherá dependerá de condições iniciais. Uma pequena diferença populacional de uma região em relação às demais, por exemplo, quando as condições acima citadas ocorrem, poderão fazer com que ela tenha

¹⁴ Veja, por exemplo, Haddad, 1989.

vantagens sobre as outras e desencadeia o processo de aglomeração, configurando-se num sistema não linear. Em sistemas complexos há dificuldades de previsão (pelo menos de longo prazo), uma vez que não há um único ponto de equilíbrio, para o qual o sistema necessariamente vai convergir. Contudo, há um padrão. Num modelo simulado de computador, Krugman (1994) observa que em diversas simulações não se sabe, *a priori*, qual dos pontos será o escolhido para haver concentração, mas estes apresentaram um padrão semelhante. Em quase a totalidade dos casos, ocorreu concentração em 2 locais (e em poucas vezes em 3); também, a distância mantida entre as localidades obedeceram a um certo padrão.

3 Procedimentos Metodológicos

A primeira parte do trabalho consistiu num estudo comparativo entre as condições iniciais existentes para a formação da indústria dos Municípios de Juiz de Fora e de São Paulo, que foi realizado com base em pesquisa bibliográfica.

A segunda parte do trabalho utilizou o modelo de Redes Neurais Artificiais, com aprendizado supervisionado, comparando-o com a análise multivariada discriminante, a fim de identificar grupos de municípios com atividade econômica diferenciada, segundo o tamanho da população.

A diferença básica¹⁵, entre o modelo de RNA e a análise multivariada discriminante, consiste no fato de que as primeiras permitem padrões não lineares de comportamento das variáveis, sendo possível a análise de sistemas complexos. As RNAs possuem a capacidade de aprender por meio de exemplos e de generalizar a informação aprendida, gerando um modelo não linear, se o problema tiver solução, ao nível de significância desejado (Braga *et al.*, 2000). Além disso, possuem a capacidade de absorver ruídos ou dados que apresentam erro ou estão incompletos. A possibilidade de gerar padrões para cada problema apresentado pode, no entanto, consistir numa desvantagem por não possuir um processo padronizado para determinar a topologia ótima que resolva determinado problema.

Já, a análise discriminante é um modelo estático que aloca as observações em grupos, de acordo com a média (centróide). Uma vez determinada a posição de cada caso no grupo

¹⁵ Para que haja alocação de recursos é necessário que estes sejam móveis. Por exemplo, a terra de uma região é um fator imobilizado que não poderá ir para outra porque está havendo concentração. O mesmo ocorre para trabalhadores que não querem se mudar de local.

¹⁶ Ver Yim (2001) e Fernandes *et al* (1996), dentre outros.

que melhor se adapte a algum centróide, não há a redistribuição dos casos, dada a existência de correlações e relacionamento entre as variáveis.

Por fim, na última parte do trabalho foi utilizado o índice de Gini para detectar a concentração populacional (utilizado como proxy de mercado potencial) e sua alteração entre os anos 1920 e 1940, nos Estados selecionados.

3.2 Análise múltipla discriminante

A análise múltipla discriminante permite identificar as diferenças existentes entre grupos, com base em uma série de variáveis selecionadas. Tais grupos são definidos *a priori* a partir de um modelo teórico. Esta técnica estatística permite identificar as variáveis que melhor separam uma população em diferentes grupos.

A função discriminante pode ser escrita da seguinte forma:

$$Z = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + \dots + W_NX_N$$

Em que:

Z = *score* discriminante

W_i = peso discriminante para a variável i

X_i = variável independente i

Essa equação determina um *score* discriminante para cada observação e o *score* médio do grupo. A média do grupo é referida como centróide, que serve como base para verificar a situação de cada caso dentro do grupo.

O teste de significância estatística da função discriminante é feito considerando-se a distância entre os centróides dos grupos; quanto maior for essa distância, mais as variáveis selecionadas estarão diferenciando os grupos.

No presente trabalho foi utilizado o método *stepwise* – que testa cada variável separadamente –, de forma que o poder discriminante de cada variável independente é avaliado pelo seu valor F; quanto maior for, maior será o poder discriminatório da variável.

3.3 O modelo não linear de Rede Neural Artificial (RNA)

O processo de concentração de atividades produtivas em determinados locais pode ser visto como uma rede de interações, em que a decisão de localização é afetada por inúmeros fatores, tais como o número e tipo de empresas já sediadas em uma região, a existência de

mão-de-obra adequada, o tamanho do mercado, dentre outros fatores. Processos desse tipo apresentam assim componentes não-lineares, como descrito na introdução desse projeto. Uma das técnicas mais promissoras para estudá-los, como sugerido por Krugman (1994), parece ser a de redes neurais, onde a ativação de um estado depende da presença de um número determinado de vizinhos próximos ativados simultaneamente.

Uma rede neural consiste num sistema que pretende imitar o funcionamento de um cérebro humano. De acordo com Haykin (1999:28), as RNAs assemelham-se a um cérebro humano¹⁷ em dois aspectos fundamentais: 1º) a rede adquire conhecimento por meio de um processo de aprendizagem, a partir de informações externas; e 2º) o conhecimento adquirido é armazenado a partir de forças que conectam os neurônios, conhecidas como pesos sinápticos.

O atrativo principal para a utilização de RNAs é que a solução dos problemas passa por uma fase de aprendizagem, a partir de dados apresentados à rede. De posse das informações têm a capacidade de extrair as características necessárias para formar padrões. Ou seja, têm a capacidade de aprendizado e de generalização de problemas complexos.

Uma RNA é formada por várias camadas interligadas:

- a) Camada de entrada (*input layer*), que recebe as informações; estas poderiam ser entendidas como as variáveis independentes;
- b) Camada interna ou oculta (*hidden layer*), que recebe a informação da camada de entrada; cada valor é multiplicado por um peso W_{ij} (peso sináptico) e processado em cada nodo, obedecendo a uma função de ativação $k(x)$. Essa função será ativada se as observações fornecidas pela camada de entrada obedecerem a uma restrição dada por b_j . Devido a isso, a função de ativação é referida, também, como função restritiva, uma vez que limita o sinal de saída a um valor finito.
- c) Camada de saída (*output layer*), que recebe a informação processada pela rede e fornece a estimativa gerada pela rede neural construída.

O processo de aprendizagem, assim, é a busca da melhor definição dos pesos W_{ij} (pesos sinápticos), que são alterados até que se encontre um padrão desejável, a partir dos *inputs* apresentados.

Existem dois tipos principais de aprendizados: o não-supervisionado e supervisionado. Será abordado somente o segundo, uma vez que este é o que será utilizado nessa pesquisa.

No aprendizado supervisionado, a rede recebe as entradas (as variáveis) e, também, as saídas desejadas. A rede então é treinada e, ao final do treinamento, indica se há algum padrão

¹⁷ Ver, também, Braga *et al* (2000) e Yim (2001), dentre outros.

consistente entre entrada e saída. No caso desta pesquisa a saída permitirá projetar o tamanho da população, em função de quatro variáveis selecionadas – taxa de crescimento populacional entre 1920 e 1940, índice da produção agropecuária em 1940, índice da produção industrial em 1940 e o índice das vendas no comércio a varejo em 1940.

Os softwares utilizados foram o NeuroSolutions, versão 4.0, e o SPSS, versão 10.0.

3.3.1 Aplicação do modelo de análise multivariada e de RNA

As variáveis selecionadas foram testadas por ambos os métodos, sendo que na análise múltipla discriminante o nível de significância foi de 1% a 5%, sendo de 1% para as entradas e de 5% para as saídas e nas RNA as variáveis foram testadas ao nível de significância de 5%. Em ambos os casos foram feitas algumas combinações de variáveis para serem testadas, de modo a ser definida aquelas que melhor diferenciassem os dois grupos de municípios.

Os testes foram feitos de acordo com as restrições de dados estatísticos, tendo sido selecionadas as seguintes variáveis: 1^a) taxa de crescimento populacional do período 1920 a 1940; 2^a) população de 1940; e 3^a) valor da produção industrial.

3.3.2 Seleções de Municípios e Variáveis e Tratamento de Dados

No caso dos municípios do Estado de São Paulo, a variável dependente VAR1 considerada na aplicação da análise múltipla discriminante foi a população no ano de 1940 – como proxy de tamanho de mercado –, a partir da qual foram definidos dois grupos .

Da amostra inicial de 185 municípios, no Estado de São Paulo, foram excluídos 48 casos, considerados discrepantes – municípios com menos de 10 mil habitantes e 3 municípios grandes, São Paulo (que será tratado à parte), Santos e Campinas – por enviesarem os resultados estatísticos. Os 137 municípios restantes foram divididos em dois grupos: Grupo 1) com população entre 10.000 e 24.500 habitantes (89 municípios); e Grupo 2) com população superior à 24.500 habitantes (48 casos). Essa divisão foi feita procurando-se manter certa proporcionalidade de casos entre os grupos, de 2 para 1, exigência da Análise Discriminante.

As variáveis independentes selecionadas, para verificação de relação entre tamanho de mercado e nível de atividade produtiva, foram as seguintes:

VAR2 - Taxa de Crescimento Populacional entre 1920 e 1940

VAR3 – Índice do Valor da Produção Agropecuária em 1940

VAR4 – Índice do Valor da Produção Industrial em 1940

VAR5 – Índice do Valor das Vendas no Comércio a Varejo em 1940.

Todos os dados foram normalizados.

Já, devido às características de Minas Gerais, os municípios foram distribuídos em três grupos, segundo a soma total do Valor da Produção Agropecuária, Industrial e das Vendas no Comércio a Varejo, uma vez que já havia indícios de não correspondência entre tamanho de população e nível de atividade econômica.

Da amostra total de 158 municípios, apenas quatro foram excluídos, os maiores, por alterarem os resultados estatísticos (Belo Horizonte, Uberaba, Nova Lima e Juiz de Fora – que também será estudado à parte, como o Município de São Paulo). Para manter a proporcionalidade, os municípios ficaram assim distribuídos: Grupo 1) valor da produção até Cr\$ 9 milhões (80 casos); Grupo 2) valor da produção até Cr\$ 15 milhões (41 casos); e Grupo 3) valor da produção até Cr\$ 50 milhões (33 casos).

As variáveis utilizadas para testar a existência de associação entre tamanho de mercado e nível de atividade econômica foram, então, as seguintes:

VAR2 – População em 1940;

VAR3 – Taxa de crescimento demográfico de 1920 e 1940; e

VAR4 – Índice do Valor da Produção Industrial em 1940.

Todas as variáveis independentes foram normalizadas, devido à exigência de aplicação na análise múltipla discriminante.

3.4 Índice de Gini

O Índice de Gini é a medida uma medida de concentração, sendo utilizado nesse trabalho para verificar o grau de concentração dos mercados consumidores potenciais (utilizando-se a variável população dos municípios) nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Para o cálculo do Índice de Gini¹⁸ utilizou-se a seguinte fórmula.

$$G = 1 - \sum (q_{n-1} + q)/n$$

Onde:

q = Frações acumulada da variável a ser analisada;

¹⁸ Ver Hoffmann (1980).

n = Número de estratos analisados.

Tal índice pode variar de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 estiver, maior será o grau de concentração da variável estudada.

Para o presente trabalho, o modelo foi utilizado para mensurar o índice de concentração das populações dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, considerando-se apenas os 20 municípios mais populosos, em 1920 e 1940. Tal procedimento dá a noção da diferença entre o grau de concentração da população entre os dois Estados, dado que o restante dos municípios é pouco representativo em termos populacionais.

3.5 Fonte de Dados

Todos os dados foram fornecidos pela Fundação IBGE: a população para os anos de 1920 e 1940, nas publicações dos Censos Demográficos do Brasil; e os dados do Valor da Produção Agropecuária e Industrial, assim como, do Valor das Vendas no Comércio a Varejo, na publicação do Censo Agropecuário, Industrial, Comercial e dos Serviços, de 1940.

4 - Análise dos Resultados

4.1 – O crescimento diferenciado entre os Municípios de São Paulo e de Juiz de Fora

Antes da interpretação dos resultados propriamente ditos, obtidos pelas técnicas estatísticas utilizadas nesse trabalho, é necessário verificar o ritmo de crescimento apresentado pelos municípios de São Paulo e de Juiz de Fora, uma vez que não puderam entrar na amostra estatística devido à grande diferença de dados em relação aos demais municípios de seus respectivos estados.

Mas mesmo tendo destaque em relação a Minas Gerais, o crescimento de Juiz de Fora se distanciou do ritmo daquele apresentado pela capital paulista. Apenas no que diz respeito à população, a taxa geométrica de crescimento da população, entre 1890-1900, saltou de 4,1%, na década imediatamente anterior, para 14%, significando um período atípico na capital de São Paulo. A partir daí, vai se processar a grande diferenciação entre este município e o de Juiz de Fora, que entre 1890 e 1900 registrou queda na taxa de crescimento geométrica da população, relativamente à década anterior, passando de 3,7% para 2,1%. Embora significativa ficou bem abaixo da de São Paulo.

Já em 1920, a capital do estado de São Paulo, se diferenciava em muito dos demais municípios, haja vista que participava com 12,6% da população total do estado. A população do segundo maior município do estado, Rio Preto, representava apenas 21,9% da população do Município de São Paulo. Em 1940, essa participação tinha aumentado para 18,5%, acentuando a concentração populacional no Estado. Já, a população de Santos, o segundo maior município do estado, e de Campinas, terceiro maior, correspondiam, respectivamente, apenas a 12,48% e 9,8% da população da capital. Com relação à produção industrial, a superioridade numérica do município era ainda mais visível. O produto industrial de Santos, por exemplo, era de 7,97% do de São Paulo, enquanto o de Campinas, de 3,61%. O mesmo ocorria em relação às outras variáveis.

Em relação a Juiz de Fora, que estava entre os principais municípios do Estado, tanto em termos populacionais como econômicos, os dados indicam o menor grau de concentração desses indicadores em Minas Gerais. Em 1920, esse município concentrava 2% da população do Estado, enquanto Belo Horizonte, apenas, 1%. Em 1940, a situação tinha se revertido e a capital apresentava participação de 3% na população total, e Juiz de Fora, 1,5%. Contudo, a comparação principal, com a capital de São Paulo, mostra o distanciamento ocorrido em poucas décadas entre os dois municípios em estudo.

Infelizmente, não foram encontradas estatísticas sobre o Valor da Produção de São Paulo para 1920, para que pudesse ser comparado com o Município de Juiz de Fora. Para 1940, os Censos Industriais indicam que no Estado de São Paulo havia maior diversificação da atividade produtiva, quando se observa o Valor da Transformação Industrial. A diferença recai, principalmente, sobre o setor de bens de capital e de consumo duráveis, que em São Paulo participa com cerca de 10% do valor total, enquanto em Minas Gerais com menos de 1%. E é na capital de São Paulo que essa diversificação é mais intensa.

Em síntese, os dados apresentados sobre a dinâmica do crescimento populacional, em grande parte, comprovam a teoria de Krugman de que houve, principalmente, na capital de São Paulo um crescimento da atividade produtiva de forma não-linear, decorrente da operação dos rendimentos crescentes, a partir de pequenas diferenças iniciais¹⁹, distanciando-a de forma abrupta do perfil econômico apresentado pelo Município de Juiz de Fora.

¹⁹ Em 1765, apesar de paupérrima, o Município de São Paulo concentrava 25% da riqueza total da Província, contando com 10% da população (Canabrava 1972).

4.2 – São Paulo

4.2.1 Análise multivariada discriminante

Para a análise dos pesos das variáveis selecionadas pelo método *stepwise*, na explicação da variável dependente, foram analisados os coeficientes da função discriminante padronizados. Das quatro selecionadas, duas não foram consideradas estatisticamente significativas – a taxa de crescimento da população e o Índice do Valor da Produção Industrial. Os resultados finais podem ser observados na tabela a seguir:

Tabela 1 – Coeficientes da função discriminante padronizados

Var3: Índice do Valor da Produção Agropecuária	0,40237
Var5: Índice do Valor das Vendas no Comércio a Varejo	0,81845

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FIBGE.

De acordo com a tabela, as variáveis explicativas indicam um grande grau de associação entre nível de atividade econômica – embora o indicador da industrialização tenha sido excluído – com o tamanho da população (ou tamanho do mercado potencial).

Esta análise foi feita com uma classificação correta dos casos analisados de 89,78% (123 dos 137 casos analisados) como se pode observar na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 – Classificação dos resultados obtidos pela estimação da função discriminante - Estado de São Paulo

Grupo dos municípios	Número de municípios considerados em cada grupo	Casos classificados no grupo 1	Casos classificados no grupo 2
1	89	87	2
		97,8%	2,2%
2	48	12	36
		25,0%	75,0%
Total	137	% Casos bem classificados	89,78%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FIBGE.

A porcentagem mínima necessária de classificação para que os resultados sejam válidos é de $50\% + \frac{1}{4} \text{ de } 50\%$, ou seja, de 62,5%. O valor obtido de 89,78% de classificação

correta dos casos, portanto, satisfaz a porcentagem mínima necessária para validação dos resultados numa margem muito expressiva. Os casos classificados corretamente aparecem na diagonal da tabela, 97,8% dos casos do grupo 1 e 75% dos do grupo 2.

4.2.2 Aplicação da técnica de Redes Neurais Artificiais

Assim como na análise discriminante, foram testadas algumas combinações com as variáveis selecionadas²⁰. A melhor combinação, isto é, aquela que apresentou o maior percentual de acerto entre o resultado esperado e o obtido foi: a taxa de crescimento populacional, o valor da produção agropecuária, o valor da produção industrial e valor das vendas no comércio a varejo.

A rede neural artificial, após ter sido treinada, permitiu uma porcentagem de acerto ou de aproximação média para os resultados na faixa de teste de 81,48%, considerando um nível de significância de 5%. Quando analisados os casos individualmente, apenas cinco deles (18,52%) foram incorretamente classificados no teste.

A variável independente que apresentou maior peso na determinação da variável dependente foi a taxa de crescimento da população no período de 1920 e 1940, seguida pelo Valor das vendas no comércio a varejo, pelo Valor da produção agropecuária e, por último, pelo Valor da produção industrial.

Esses resultados indicam que há uma estreita associação entre o tamanho da população (indicativo de mercado potencial) e nível de atividade econômica, no Estado de São Paulo. Outra inferência importante no estudo é que, alguns municípios, ao serem retirados da amostra, indicam que o grau de concentração dessas variáveis, em apenas algumas localidades, é muito alto. O caso do Município de São Paulo é notório.

4.3 Minas Gerais

4.3.1 – Análise Multivariada Discriminante

Os coeficientes da função discriminante padronizados foram analisados, para a discussão sobre os pesos das variáveis selecionadas pelo método *stepwise*. Das três variáveis

²⁰ A faixa de treinamento foi composta por 80% da amostra (110 municípios), ficando 20% para a faixa de Teste.

selecionadas, uma não foi considerada estatisticamente significativa – a população no ano de 1940. A tabela a seguir contém os resultados finais:

Tabela 2 – Coeficientes da função discriminante padronizados

Var2: Taxa de crescimento da população entre 1920-1940	0,75808
Var4: Índice do Valor da Produção Industrial em 1940	0,94021

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FIBGE.

Como pode ser visto na tabela, essas duas variáveis estão relacionadas ao nível de atividade econômica (variável dependente). A taxa de crescimento populacional ocorrida nesse período explica em parte o nível de atividade econômica dos municípios. Contudo, isso não ocorre com o tamanho da população. Esse resultado é interessante e difere totalmente do caso de São Paulo, indicando que em Minas Gerais não há associação entre tamanho da população (*proxy* para o mercado potencial) e nível de atividade econômica. Tal fenômeno sugere que grande parte da população de diversos municípios mineiros não estava inserida no mercado, mas em setores de subsistência.

A análise acima foi feita com uma classificação correta de 81,17% (125 dos 154 casos analisados) como pode-se ver na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Classificação dos resultados obtidos pela estimação da função discriminante - Estado de Minas Gerais

Grupo dos municípios	Número de municípios considerados em cada grupo	Casos classificados no grupo 1	Casos classificados no grupo 2	Casos classificados no grupo 3
1	80	68	11	1
		85,0%	13,8%	1,3%
2	41	11	29	1
		26,8%	70,7%	2,4%
3		1	4	28
	33	3,0%	12,1%	84,8%
Total	154	% Casos bem classificados		81,17%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FIBGE.

O valor obtido de 81,17% de classificação correta dos casos, satisfaz a porcentagem mínima necessária para validação do resultado. Na diagonal da tabela, estão dispostos os casos classificados corretamente, 85% do Grupo 1 e 84,8% do Grupo 2.

4.3.1 – Aplicação da técnica de Redes Neurais

Várias combinações foram testadas no modelo de redes neurais artificiais com as variáveis selecionadas. O modelo não apresentou nenhuma combinação ótima, que pudesse gerar algum padrão de classificação. Tal resultado indica que, no caso de Minas Gerais não há um padrão de desenvolvimento que associe tamanho de mercado e nível de atividade. Observando os dados, verificaram-se vários casos de municípios muito populosos, mas com valor de produção total muito pequeno e outros pouco populosos, mas com indicadores de atividade altos. Ao contrário, assim, da análise discriminante, as RNAs não conseguiram descobrir qualquer padrão que correlacionasse as variáveis selecionadas.

4.4 Índice de Gini

Os resultados de concentração dos 20 maiores municípios dos Estados de São Paulo e de Minas Gerais indicam: 1º) uma diferença significativa no grau de concentração populacional dos dois Estados, nos dois anos estudados, 1920 e 1940; e 2º) um aumento do grau de concentração nesse período em ambos os estados (Tabela 2).

Tabela 4 – Grau de Concentração dos 20 maiores municípios de Minas Gerais e São Paulo

Estados	Anos	
	1920	1940
São Paulo	0,40	0,50
Minas Gerais	0,16	0,19

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do FIBGE.

Os dados comprovam, novamente, a teoria de Krugman, para esse período especificamente, de que uma vez iniciado o processo de crescimento, quando há economias externas, o princípio de rendimentos crescentes opera, levando a uma concentração local cada vez mais acentuada. No caso de São Paulo, este fenômeno foi bastante expressivo.

5. Conclusões

A conclusão fundamental do trabalho é que a aglomeração produtiva em algumas localidades apresenta padrões não-lineares de crescimento. O Município de Juiz de Fora, que registrava tamanho de população maior na década de 1880 do que o Município de São Paulo, é um caso típico de localidade que não apresentou economias externas suficientes para torná-la um grande centro, como ocorreu em outras localidades. São Paulo, ao contrário, comprova a teoria de que processos econômicos apresentam mecanismos auto-alimentadores, que acabam concentrando as atividades produtivas num grau muito alto. Pequenas diferenças iniciais presentes nesse município e não em Juiz de Fora como, por exemplo, localização geográfica e maior integração com outros centros, foram se auto-reforçando e gerando economias externas cada vez maiores, a partir de 1890. Isso é comprovado pela quadruplicação da população em dez anos. Já, Juiz de Fora permaneceu estagnada, em grande parte, devido à crescente concorrência da indústria de São Paulo e do Rio de Janeiro. Tal fenômeno está estreitamente associado à falta de integração do mercado estadual, levando à dispersão da atividade industrial em diversas localidades, que consistia numa característica da indústria mineira.

O estudo mostra, adicionalmente, a falta de associação entre tamanho da população e nível de atividade em Minas Gerais, como demonstrado pelos estudos estatísticos, sugerindo que grande parte da população estava inserida em atividades de subsistência. Em outras palavras, a população do Estado de Minas Gerais era grande, mas o mercado consumidor era reduzido, não conferindo escala às indústrias. Em São Paulo, ao contrário, os resultados apresentaram forte associação entre essas variáveis, indicando a existência de maior índice de atividade produtiva voltada para o mercado, o que acaba concentrando a população nesses locais. A população vai se constituir, assim, como mão-de-obra necessária, por um lado, e como mercado consumidor, por outro.

Por fim, o maior dinamismo das regiões revela geração maior de rendimentos crescentes, estando isso associado com maior grau de concentração das atividades em determinados locais, como pode ser observado pelo resultado do Índice de Gini, quando os dois estados são comparados.

Referências bibliográficas

- BASTOS, W. **Mariano Procópio Ferreira Lagge: sua vida, sua obra, sua decadência.** Juiz de Fora: Caminho Novo, 1961.
- BRAGA, A.P., LUDERMIR, T. B., CARVALHO, A.C. **Redes neurais artificiais – teoria e aplicações.** Rio de Janeiro: LTC, 2000. 262 p.
- CANABRAVA, A.P. "Uma economia de decadência: os níveis de riqueza na Capitania de São Paulo - 1965-67". In: **Revista Brasileira de Economia**, v. 26, n. 4, Out/Dez de 1972.
- CANO, Wilson. **Raízes da Concentração Industrial em São Paulo**, Rio de Janeiro/São Paulo, DIFEL, 1977.
- FERNANDES, L.G., NAVAUX, P.O.A., PORTUGAL, M.S. Previsão de séries de tempo: redes neurais artificiais e modelos estruturais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 26, n. 2, p. 253-276, 1996.
- GIROLETTI, Domingos A. **Industrialização de Juiz de Fora - 1850 a 1930.** Tese de Mestrado submetida ao Departamento de Ciência Política da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1976.
- GREMAUD, A. P., SAES, F. A. M., TONETO JR., R. **Formação Econômica do Brasil.** São Paulo: Atlas, 1977. 247 p.
- HADDAD, P.R. Método de análise diferencial-estrutural. In: HADDAD, P.R.; FERREIRA, C.M.C.; BOISIER, S.; ANDRADE, T.A. **Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 249-286, 1989.
- HAYKIN, S. **Redes Neurais – princípios e prática.** Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p.
- HOFFMAN, R. **Estatística para economistas.** São Paulo: Pioneira, 1998. 430 p.
- INSPETORIA AGRÍCOLA FEDERAL DO ESTADO. "Estado Atual do Cafeeiro em Minas". In: **O Café no Segundo Centenário de sua Introdução no Brasil.** Edição do Departamento Nacional do Café, 1934.
- JACOB, Rodolfo. **Minas no XXº século.** Rio de Janeiro: Gomes, Irmãos & C., 1911.
- KRUGMAN, P. What's new about the new economic geography?. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 14, n. 2, p. 7-17, 1998.
- KRUGMAN, P. Complex landscapes in economic geography **AEA Papers and Proceedings**, v. 84, n. 2, 1994.
- KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.

LIMA, João H. **Café e Indústria em Minas Gerais - 1870-1920**. Petrópolis: Vozes, 1981.

MARSHALL, A. **Princípios de economia**. Rio de Janeiro: EPASA, 1946. 785 p.

MELLO, J. M. C. **O capitalismo tardio: contribuição à revisão crítica da formação e desenvolvimento da economia brasileira**. Tese de doutoramento. Campinas: Departamento de Economia e Planejamento Econômico, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 1975.

OLIVEIRA, Paulino. "Italianos em Juiz de Fora". In: **Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Juiz de Fora**, v. 1, n. 1, Jan/1965.

OLIVEIRA, Paulino. **História de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Comércio e Indústria Ltda., 1966.

TOLEDO, R. P. **A capital da solidão: uma história de São Paulo das origens a 1900**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2003. 558 p.

YIM, J. **Previsão de séries de tempo; modelo Arima, modelos estruturais e redes neurais artificiais**. USP: 2001, SP. 87 p. Dissertação (Mestrado em economia). USP, 2001.