

Redes complexas de setores das Micro e Pequenas Empresas [MPE] brasileiras (2023)

Felipe Marcel Neves^{1*}; Jaqueline Moraes Assis Gouveia²

¹ Sebrae-NA. Cientista de Dados. Rua Itatiaia 984, AP 51 – Itatiaia; 81070-100, Curitiba, Paraná, Brasil

² Doutora em Economia. Avenida Imperatriz Leopoldina, 550 – Vila Nova; 13073-035 Campinas, São Paulo, Brasil

*autor correspondente: fmarcelneves@gmail.com

Redes complexas de setores das Micro e Pequenas Empresas [MPE] brasileiras (2023)

Resumo

O ambiente econômico mundial foi impactado por crises globais, avanços tecnológicos e mudanças climáticas, alterando a dinâmica dos mercados. Essas transformações trouxeram novos desafios e oportunidades para as Micro e Pequenas Empresas [MPE], que, apesar de seu menor porte, mostraram-se essenciais para a sustentabilidade econômica. Este trabalho teve como objetivo compreender as dinâmicas estruturais das MPE por meio da análise de redes, identificando padrões de similaridade entre as empresas. Foram aplicados algoritmos para calcular centralidades, detectar comunidades e mapear conexões com base em setor, localização geográfica e porte. Ferramentas como SQL, Python e R foram utilizadas para extração e análise dos dados do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica [CNPJ], referentes ao último trimestre de 2023. Os resultados revelaram que setores como Agropecuária e Construção Civil apresentaram maior densidade e conectividade, sugerindo uma tendência a interações mais próximas entre empresas com características semelhantes. Em contrapartida, setores como Indústria e Comércio demonstraram redes mais fragmentadas, o que pode indicar uma menor probabilidade de interações espontâneas. A análise de redes foi eficaz na identificação de padrões estruturais que sugerem diferenças na forma como as MPE estão conectadas, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas que incentivem maior integração e sustentabilidade econômica.

Palavras-chave: dinâmica empresarial; empresas mercantis; resiliência organizacional; detecção de comunidades; centralidade.

Introdução

Nos últimos anos, o cenário econômico global tem sido marcado por transformações rápidas e desafios sem precedentes, incluindo avanços tecnológicos, mudanças nos padrões de consumo, crises econômicas, climáticas e sanitárias globais. Neste contexto, as Micro e Pequenas Empresas [MPE], junção das Microempresas [ME] e Empresas de Pequeno Porte [EPP], desempenham um papel crucial na economia, não apenas como motores de inovação e emprego, mas também como elementos vitais na cadeia de valor de diversos setores.

De acordo com estudos do Sebrae (2020, 2023), em conjunto, as MPE representam cerca de 90% dos negócios brasileiros, e respondem por aproximadamente 30% de tudo o que é produzido no país, ou seja, do Produto Interno Bruto [PIB], e são responsáveis, em média, por 80,1% dos novos empregos gerados no Brasil. Contudo, apesar de sua importância, estas empresas enfrentam desafios significativos, desde a obtenção de financiamento e acesso a mercados até a adaptação a novas tecnologias e a regulamentações em constante mudança. Compreender a dinâmica e as características das MPE, é fundamental para desenvolver estratégias eficazes que promovam seu crescimento e sustentabilidade.

Nesse sentido, a análise de redes complexas emerge como uma metodologia poderosa, capaz de revelar padrões e tendências ocultos nas interações entre empresas e

setores, fornecendo insights valiosos para pesquisadores, formuladores de políticas e as próprias empresas (Farmer et al. 2012). A abordagem de redes complexas destaca-se por sua representação visual acessível, identificando padrões emergentes entre as interações das entidades de interesse (Newman 2003). Sua flexibilidade em lidar com dados dinâmicos permite modelar relacionamentos em evolução, enquanto métricas específicas oferecem insights valiosos sobre resiliência, robustez e a influência de elementos-chave dentro da rede.

Este estudo analisa as MPE por setor, focando em análises de redes complexas, ao longo do último trimestre de 2023, utilizando dados abertos do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica [CNPJ] disponibilizados pela Receita Federal do Brasil [RFB]. A escolha do período busca capturar as dinâmicas empresariais durante um momento de recuperação, após um período de instabilidade econômico-financeira marcado pelo impacto da pandemia de COVID-19 (Matta, 2021; Silber, 2020).

A construção das redes considera características como afinidade por Classificação Nacional das Atividades Econômicas [CNAE] (CNAE principal e sua divisão¹), localização geográfica (município e região geográfica imediata²) e porte (ME e EPP), permitindo interpretar métricas quantitativas que mapeiam as conexões entre as MPE. Embora essas conexões não representem vínculos explícitos, elas revelam similaridades estruturais e afinidades organizacionais entre as empresas.

A análise abrange tanto as relações internas aos setores quanto entre setores diferentes, explorando como essas conexões estruturais refletem padrões de agrupamento, resiliência e vulnerabilidade das empresas ativas no último trimestre de 2023. Deste modo, o objetivo principal deste estudo é compreender as dinâmicas estruturais das MPE por meio da análise de redes complexas setoriais, identificando padrões relevantes para seu desenvolvimento.

Material e Métodos

Base de Dados

Para o trabalho, foi utilizada a base aberta do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica [CNPJ], que consiste em um banco de dados gerenciado pela Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil [RFB]. Esta base armazena informações cadastrais das pessoas jurídicas e outras entidades de interesse das administrações tributárias da União, dos Estados, do

¹ A estrutura do CNAE utilizada neste estudo foca nas 87 divisões específicas abaixo das seções principais, oferecendo uma categorização mais detalhada, sem chegar ao nível do CNAE completo. Para mais informações, acesse: CNAE - IBGE.

² As Regiões Geográficas Imediatas são agrupamentos de municípios com conexões socioeconômicas, delimitados pelo IBGE para facilitar a análise regional. Mais informações em: Regiões Geográficas - IBGE.

Distrito Federal e dos Municípios. Foram utilizadas variáveis contendo informações detalhadas sobre empresas registradas (entre 2019 e 2023), incluindo porte da empresa (Microempresa – ME e Empresa de Pequeno Porte – EPP), localização (UF, Município, Região geográfica imediata), CNAE principal e divisão do CNAE Principal, e datas de abertura das Empresas. A atualização mais recente das bases de dados utilizadas neste relatório ocorreu em abril de 2024.

Para simplificar a análise, foram consideradas apenas empresas matrizes devido à consistência no uso do mesmo CNAE entre matrizes e filiais. A variável relacionada ao porte da empresa, disponibilizada pela Receita Federal do Brasil (RFB), apresenta as seguintes categorias: “Microempresa (ME)”, “Empresa de Pequeno Porte (EPP)”, “Não Informado” e “Demais”. Para uma definição mais precisa das empresas enquadradas como ME e EPP, foram utilizados critérios adicionais além da classificação original da base de dados.

A determinação de empresas optantes pelo Simples Nacional foi feita com base nos registros da RFB sobre a adesão a esse regime. Esses registros seguem uma estrutura semelhante aos do MEI, com informações sobre a data de adesão e de exclusão do Simples Nacional para cada CNPJ raiz. As empresas classificadas como “Demais” e que estavam optantes pelo Simples Nacional na data de abertura foram consideradas como EPP.

Além disso, o público-alvo da pesquisa são as Empresas Mercantis Brasileiras legalizadas no Brasil. De modo breve podem ser definidas como empresas voltadas para a exploração de atividades econômicas com fins lucrativos e comerciais. Para a definição dessas empresas, foi selecionado um conjunto específico de naturezas jurídicas, e foram excluídas três seções da CNAE que não correspondem a empresas mercantis nacionais, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização de empresas mercantis

Critério	Requisito
Atividade econômica (CNAE)	Exceto as seguintes divisões CNAE: 84 - Administração pública, defesa e seguridade social; 94 - Atividades de organizações associativas; e 99 - Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais.
Natureza jurídica	Somente as seguintes naturezas jurídicas: 204-6 - Sociedade anônima aberta; 205-4 - Sociedade anônima fechada; 206-2 - Sociedade empresária limitada; 209-7 - Sociedade empresarial em comandita por ações; 212-7 - Sociedade em Conta de Participação; 213-5 - Empresário (individual); 214-3 - Cooperativa; 215-1 - Consórcio de Sociedades; 216-0 - Grupo de Sociedades; 222-4 - Clube/Fundo de Investimento 223-2 - Sociedade simples pura; 224-0 - Sociedade simples limitada; 225-9 - Sociedade Simples em Nome Coletivo; 226-7 - Sociedade Simples em Comandita Simples; 228-3 - Consórcio de Empregadores; 229-1 - Consórcio Simples; 230-5 - Empresário Individual de Responsabilidade Ltda (de Natureza Empresária); 231-3 - Empresário Individual de Responsabilidade Ltda (de Natureza Simples); 232-1 - Sociedade Unipessoal de Advocacia; 233-0 - Cooperativas de Consumo; 234-8 - Empresa Simples de Inovação - Inova Simples; 401-4 - Empresa Individual Imobiliária; 402-2 - Segurado Especial; 408-1 - Contribuinte Individual; 411-1 - Leiloeiro; ou 412-0 - Produtor Rural (Pessoa Física).

Fonte: Dados Originais da Pesquisa

ETL da base de dados

Devido a base trabalhada ter uma quantidade massiva de dados, a Extração, Transformação e Carregamento [ETL] foi feita através de ferramentas indicadas para este tipo de problemática. O processo de extração de dados foi realizado utilizando scripts em Python (Van Rossum e Drake Jr, 1995) para descompactar arquivos ZIP brutos contendo os dados públicos de CNPJ disponibilizados pela RFB. Os arquivos ZIP foram descompactados em um diretório específico para facilitar o acesso aos dados.

Após a descompactação, os dados foram lidos e unificados através do DuckDB (Mühleisen e Raasveldt, 2024). Esse processo permitiu a criação de um banco de dados consolidado com todas as informações relevantes para análise. Esta ferramenta permite realizar consultas SQL diretamente em arquivos “Comma-separated values, [CSV]”, sem a necessidade de importá-los para um banco de dados tradicional. Isto pode acelerar significativamente o processo de extração e dados relevantes da base, que é notoriamente grande. Além disso o DuckDB tem fácil integração com linguagens de programação para ajudar na limpeza e transformação dos dados.

Desta forma, no Python v3.9.18 (Van Rossum e Drake Jr, 1995), além do DuckDB, utilizamos pacotes gerais para tratamento de dados como Pandas (McKinney, 2010), para realizar a leitura e manipulação dos dados. Antes de iniciar a carga dos dados, foram implementadas funções para verificar a existência de tabelas no banco de dados e removê-las, caso necessário, evitando duplicidades. Em seguida, os dados brutos da RFB oriundos de diferentes arquivos CSV, foram carregados em pedaços (N=1000) diretamente no DuckDB. Esse processo envolveu a leitura de arquivos que continham palavras-chave específicas que representam as tabelas unificadas disponibilizadas pela RFB, como Estabelecimentos, Empresas, Simples e Natureza Jurídica.

Após a unificação, foi criada uma consulta específica para filtrar os dados de empresas ativas, considerando critérios como a situação cadastral e a data de cadastro. Incluindo os cruzamentos necessários e filtros (por exemplo, limitar a base aos portes ME e EPP) para gerar os dados finais, além da remoção de registros duplicados ou incompletos. Foram também adicionadas as variáveis da divisão de CNAE e códigos de região geográfica imediata, como já mencionado. O resultado dessa consulta foi salvo em um arquivo em formato Parquet, facilitando futuras análises, devido a sua capacidade de compactação.

Análise Descritiva

Os dados foram analisados para identificar a distribuição das empresas por setor de atividade (CNAE principal e divisão do CNAE principal), porte e localização geográfica (município e região geográfica imediata). A análise incluiu uma descritiva breve e simples da contagem e o cálculo das proporções das empresas nas diferentes categorias consideradas.

O processo de manipulação e limpeza dos dados foi realizado no R v4.4.1 (R Core Team 2024) com a biblioteca Dplyr (Wickham et al. 2024), que permitiu a padronização dos campos de setor de atividade e localização geográfica. A visualização dos dados foi feita utilizando a biblioteca ggplot2 (Wickham, 2016), conhecida por sua flexibilidade e capacidade de criar gráficos detalhados e customizáveis. Foram gerados diferentes tipos de gráficos para

representar a distribuição das empresas por setor de atividade, porte, e distribuição geográfica por regiões e estados. Os gráficos foram escolhidos para facilitar a interpretação visual das proporções e tendências dos dados. Os mapas de distribuição regional e estadual das empresas foram criados utilizando a biblioteca ggplot2, com dados geoespaciais sendo processados e visualizados para mostrar a concentração de empresas em diferentes regiões do país.

Análise de Redes

Para a criação das análises de redes, utilizou-se o Python (Van Rossum e Drake Jr., 1995) com o pacote Igraph (Csardi e Nepuz, 2006). Foi desenvolvida uma função para calcular o peso das arestas entre empresas, baseada em múltiplas características: CNAE principal (peso 1), divisão CNAE (peso 0,5), município (peso 1), região geográfica imediata (peso 0,5) e porte da empresa (peso 1). A soma máxima possível é 4, refletindo a força das conexões entre elas e garantindo que as similaridades significativas sejam destacadas.

Pesos maiores (1) foram atribuídos às variáveis de maior impacto direto — CNAE principal, município e porte — que indicam afinidade setorial, colaboração local e desafios operacionais comuns. Já as variáveis região geográfica imediata e divisão CNAE, com menor especificidade, receberam peso 0,5, captando interações regionais e setoriais mais amplas. Apenas as arestas com peso igual ou superior a 2 foram mantidas na análise, filtrando interações fracas e evitando ruído na rede. Essa abordagem permite destacar padrões significativos de afinidade.

Devido ao grande número de empresas nos setores de Comércio (47.740 empresas) e Serviços (109.508 empresas), que tornaria inviável a construção e análise das redes completas, foi realizada uma amostragem aleatória simples para estes dois setores. Foram selecionadas amostras de 13.000 empresas para Comércio e 17.000 para Serviços, garantindo a viabilidade computacional sem comprometer a representatividade das redes. Para validar essa amostragem, foi calculado o erro amostral global, resultando em 0,74% para o comércio e 0,70% para serviços, demonstrando que as amostras são altamente representativas da população total. Além disso, um teste qui-quadrado foi realizado para comparar a distribuição de variáveis como CNAE, porte e município entre a amostra e a população. Os resultados indicaram valores de $p > 0,05$, confirmando que as proporções das amostras não diferem significativamente daquelas observadas no conjunto completo de dados. Esse processo assegura que as redes resultantes das amostras mantêm as características essenciais da população, permitindo uma análise consistente.

Por fim, as redes foram visualizadas com os nós coloridos de acordo com suas comunidades e com tamanhos proporcionais à sua centralidade de grau, e as arestas foram

desenhadas com espessuras proporcionais ao peso. Os resultados das análises foram apresentados em tabelas, destacando as principais comunidades de empresas, para compreender como são os grupos mais influentes em cada setor, além das métricas gerais da rede.

Para cada setor (Serviços, Comércio, Indústria, Construção Civil e Agropecuária), a análise da rede foi realizada criando-se uma rede unipartida, onde os nós representam as empresas e as arestas ponderadas representam conexões baseadas nas características mencionadas.

Diversas métricas foram calculadas (Newman 2003), incluindo centralidade de grau, coeficiente de agrupamento, comprimento médio do caminho e diâmetro da rede, a partir do pacote Igraph (Csardi e Nepuz, 2006). A seguir, é descrito de forma breve as métricas utilizadas, suas fórmulas e a importância de cada uma.

A centralidade de grau é uma métrica fundamental que mede a importância de um nó na rede com base no número de conexões diretas que ele possui. Em sua versão ponderada, para um nó v_i , a centralidade de grau $C_{\text{degree}}(v_i)$ é calculada pela fórmula:

$$C_{\text{degree}}(v_i) = \sum w(v_i u) \quad (1)$$

onde $w(v_i u)$ é o peso das arestas conectando v_i e u . Esta métrica é útil para identificar nós centrais que têm muitas conexões, sugerindo que essas empresas podem ter maior influência e acesso a recursos na rede. Para facilitar comparações entre redes de tamanhos diferentes, normalizamos a centralidade de grau pelo número máximo possível de conexões, que é o número de nós menos um:

$$C_{\text{degree}}(v_i) = \frac{\sum w(v_i u)}{N - 1} \quad (2)$$

onde N é o número total de nós na rede.

Uma técnica amplamente utilizada para a detecção de comunidades é o algoritmo de Louvain (Blondel et al. 2008), que maximiza a modularidade da rede. A modularidade é uma métrica que avalia a qualidade da divisão da rede em comunidades, levando em consideração, neste caso, os pesos das arestas. A fórmula para a modularidade Q é:

$$Q = \sum_{c \in \text{comunidades}} \left[\frac{L_c}{L} - \left(\frac{k_c}{2L} \right)^2 \right] \quad (4)$$

onde L_c é o número de arestas ponderadas dentro da comunidade c , L é o número total de arestas na rede, e o k_c é a soma dos graus dos nós na comunidade c .

A implementação do algoritmo Louvain no igraph (via a função “community_multilevel”) aplica esse conceito, otimizando iterativamente a modularidade. O processo envolve duas

fases: primeiro, uma otimização local, onde cada nó é movido para a comunidade que mais aumenta a modularidade; em seguida, ocorre a aglomeração, compactando as comunidades encontradas em novos "super-nós", repetindo o processo até não haver ganho significativo de modularidade. Esse método é eficiente para grandes redes e retorna partições com alta modularidade, indicando uma estrutura de comunidades definida.

Além destas métricas, foram usadas as seguintes para descrição mais completa das redes:

- Número de Nós: Total de empresas da rede, N .
- Número de Arestas: Total de conexões entre as empresas, E .
- Coeficiente de Agrupamento Médio: Média dos coeficientes de agrupamento de todos os nós na rede:

$$C_{\text{clustering_avg}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n C_{\text{clustering}}(v_i) \quad (5)$$

onde $C_{\text{clustering}}(v_i)$ é o coeficiente de agrupamento de cada nó v_i e N é o número total de nós. Este coeficiente mede a tendência de formação de triângulos na rede, refletindo a coesão local. Como é uma média, ele pode ser comparado entre redes de diferentes tamanhos para avaliar a densidade de clusters.

- Comprimento Médio do Caminho (CMC): Média das distâncias mais curtas entre todos os pares de nós na rede (ponderados):

$$\text{CMC} = \frac{\sum_{i \neq j} d(v_i v_j)}{N(N-1)} \quad (6)$$

onde $d(v_i v_j)$ é a distância ponderada mais curta entre os nós v_i e v_j e N é o número total de nós na rede. Mede a eficiência de navegação na rede.

- Diâmetro da Rede: Maior distância ponderada mais curta entre qualquer par de nós na rede. Em outras palavras, representa o caminho mais longo entre os pares de nós mais distantes, considerando os pesos das conexões.
- Densidade do Grafo: Proporção de arestas presentes em relação ao número total possível de arestas:

$$D = \frac{2E}{N(N-1)} \quad (7)$$

onde E é o número total de arestas, e N é o número de nós na rede. A densidade mede a proporção de arestas presentes em relação ao número total possível de arestas na rede. Ela é uma métrica normalizada que permite comparar o nível de conectividade entre redes de tamanhos diferentes.

Essas métricas fornecem insights críticos sobre a estrutura e a dinâmica das redes de MPE. A centralidade de grau ajuda a identificar empresas centrais e influentes. O coeficiente de agrupamento destaca a formação de clusters coesos. A detecção de comunidades permite entender a formação de subgrupos e sua interação com o resto da rede. As comunidades detectadas foram visualizadas e analisadas para entender melhor a estrutura interna de cada rede setorial.

As redes foram visualizadas com os nós coloridos de acordo com suas comunidades e com tamanhos proporcionais à sua centralidade de grau, e as arestas foram desenhadas com espessuras proporcionais ao peso.

Resultados

Análise Descritiva

Verificou-se que existem 175 mil empresas MPE que foram abertas e estão ativas no último trimestre de 2023. A maioria significativa das empresas é composta por Microempresas (ME), representando 83,2% do total, o que corresponde a aproximadamente 145 mil de empresas. As Empresas de Pequeno Porte (EPP), por sua vez, representam 16,8%, ou cerca de 29 mil empresas (Figura 1).

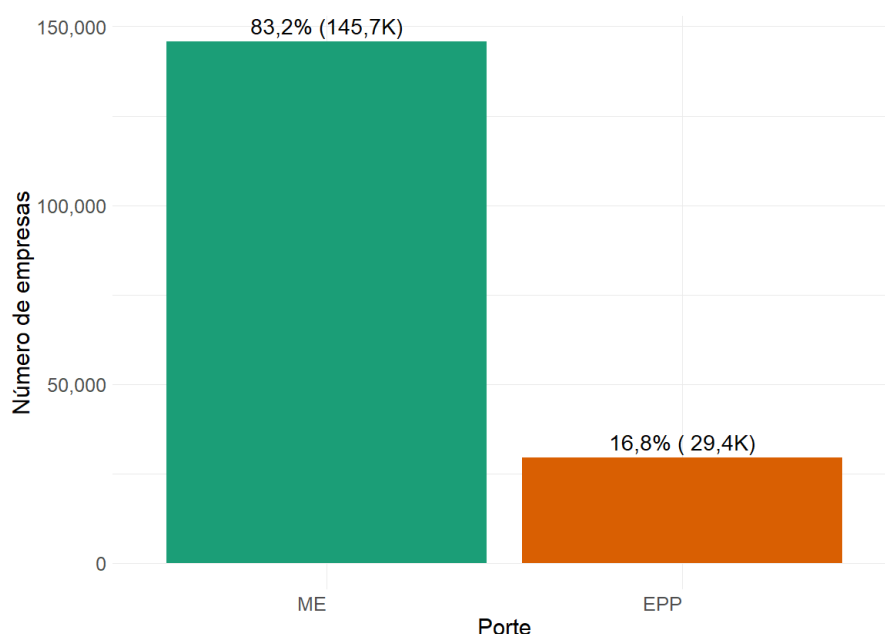


Figura 1. Distribuição das empresas por Porte

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 2 mostra a distribuição percentual das empresas por setor de atividade. O setor de Serviços lidera com uma ampla margem, abrangendo 62,5% (109.508 mil) das empresas, seguido pelo comércio, que representa 27,3% (47.740 mil). A Indústria e a

Construção civil possuem proporções bem menores, com 4,7% (8.195 mil) e 4,4% (7.781 mil), respectivamente. Agropecuária tem uma participação pequena de 1,1% (1.883 mil).

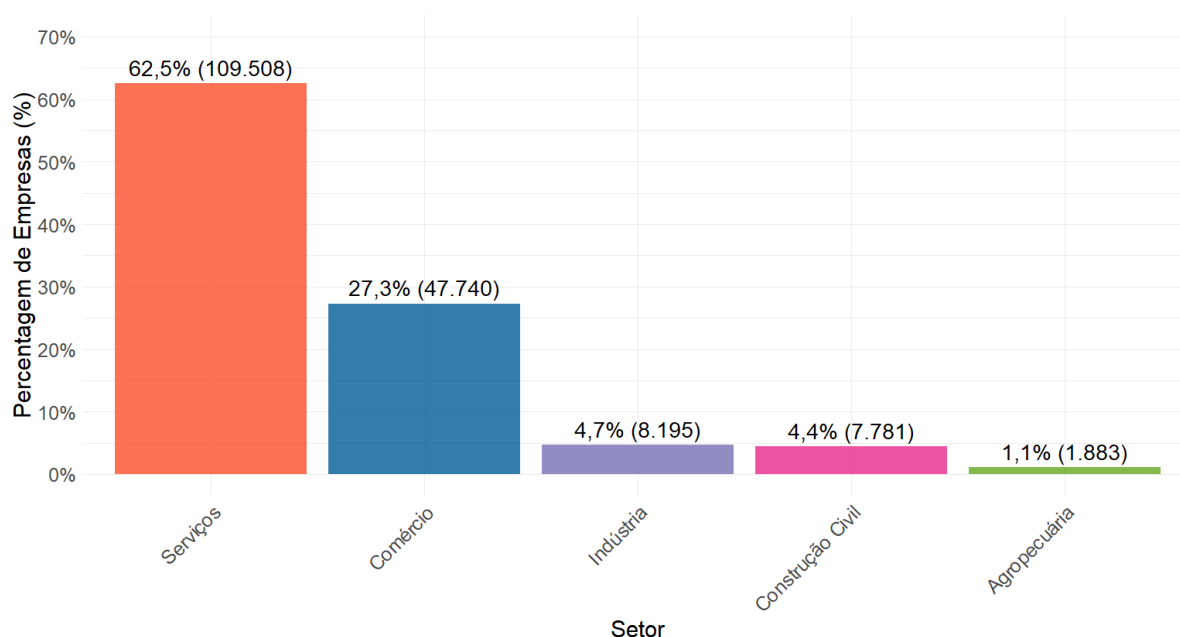


Figura 2. Distribuição das empresas por Setor de atividade econômica
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Apesar da base da receita ser dinâmica e ter modificações constantes, os resultados são similares ao valor observado para as MPE em 2023 de acordo com o estudo de aberturas do Brasil do quarto trimestre de 2023 (Sebrae 2024). Embora haja variações, a predominância de serviços reflete uma tendência consolidada no país, alinhada com o comportamento observado nas aberturas ao longo dos anos anteriores (Sebrae 2024).

Além do CNAE principal, foi utilizado a divisão do CNAE, que possui 83 subcategorias. As 10 maiores divisões consistem na primeira sendo do setor de Comércio e as demais de Serviços (Figura 3). O “Comércio varejista” lidera com 18,3% das empresas (32.077), seguido pelas “Atividades de atenção à saúde humana” com 12,8% (22.449). Em terceiro lugar, encontram-se os “Serviços de escritório e apoio administrativo”, correspondendo a 8,1% (14.220).

Outros segmentos importantes incluem o “Comércio por atacado (exceto veículos e motocicletas)”, com 5,7% (10.014), e a “Alimentação”, com 5,1% (8.888). “Atividades ligadas à tecnologia e educação” também aparecem em destaque, com os “Serviços de tecnologia da informação” representando 3,6% (6.300) e “Educação” com 3,2% (5.680). Esse panorama oferece uma visão clara da predominância do setor comercial e da relevância de serviços essenciais e administrativos na economia empresarial.

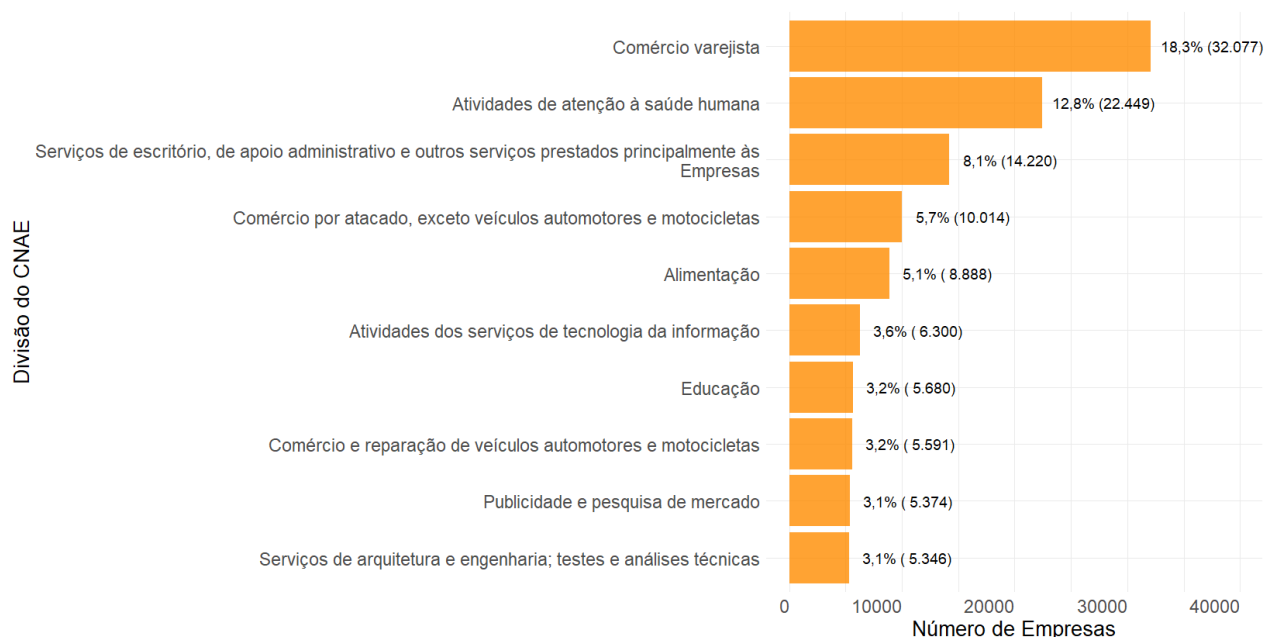


Figura 3. Distribuição das empresas por Divisão de CNAE
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Dentre as principais atividades econômicas com base na CNAE (Figura 4), "Serviços combinados de escritório e apoio administrativo" lidera com 4,7% (8.293 empresas), seguido pela "Atividade médica ambulatorial restrita a consultas" com 3,4% (5.991 empresas).

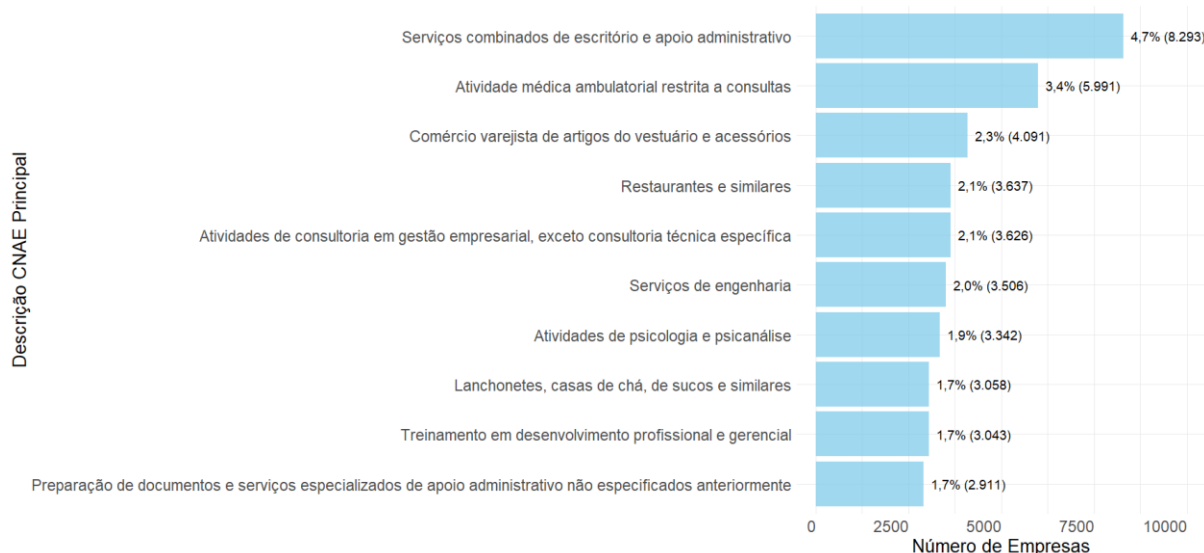


Figura 4. Distribuição das empresas por CNAE principal
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Outras atividades destacadas incluem "Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios" (2,3% - 4.091 empresas) e "Restaurantes e similares" (2,1% - 3.637 empresas). Essa distribuição reflete uma diversificação significativa de atividades econômicas, com uma predominância de serviços administrativos e comerciais.

Referente a distribuição regional das empresas (Figura 5), a região Sudeste concentra a maior proporção de empresas, com 48,79%, seguida pelo Sul com 19,05%, Nordeste com 16,45%, Centro-Oeste com 9,97%, e Norte com 4,73%. Esse padrão de distribuição é coerente com a concentração populacional e o desenvolvimento econômico regional, com o Sudeste liderando devido à maior densidade populacional e infraestrutura econômica.

O mapa detalhado por Unidade Federativa (Figura 6) revela que São Paulo é o estado com a maior concentração de empresas, representando 30,8% do total nacional. Outros estados com alta proporção incluem Minas Gerais (10,4%), Paraná (7,8%) e Rio de Janeiro (6,5%). Estados do Norte e Nordeste apresentam participações menores, como Roraima (0,15%) e Acre (0,17%). Essa distribuição reflete as disparidades econômicas regionais e a concentração de atividades econômicas nos estados mais industrializados e urbanizados.

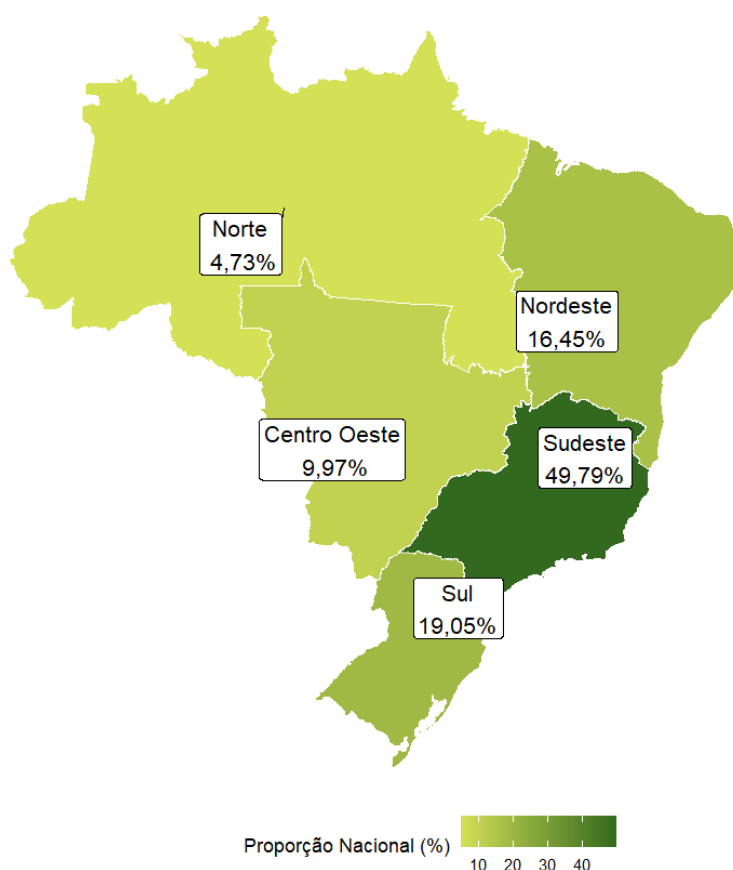


Figura 5. Proporção de empresas, dentro o intervalo de tempo considerado no estudo (Último trimestre de 2023), por Região do Brasil
Fonte: Resultados originais da pesquisa

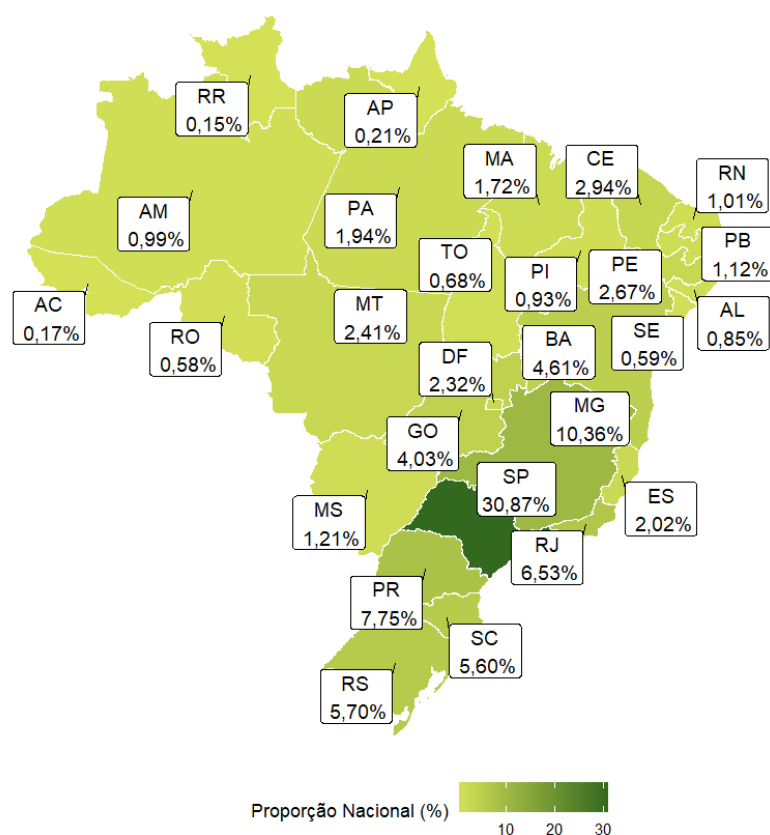


Figura 6. Proporção de empresas, dentro o intervalo de tempo considerado no estudo (Último trimestre de 2023), por Estados do Brasil

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Análise de Redes

As redes setoriais são descritas individualmente através das métricas e comunidades encontradas, da menor, para a maior (Agropecuária, Indústria, Construção Civil, Comércio e Serviços), em seguida ocorre uma comparação entre as redes.

Agropecuária

A rede do setor de Agropecuária (Figura 7), com 1.203 nós e 88.813 arestas, é caracterizada por um elevado coeficiente de agrupamento médio (0,93), indicando a formação de clusters altamente conectados (Newman 2003). Isso sugere uma forte interdependência e similaridade entre as empresas, que pode ser atribuída à afinidade em termos das características consideradas. O comprimento médio do caminho ponderado (5,56) e o diâmetro da rede ponderado (12) indicam que a informação pode viajar rapidamente dentro da rede, facilitando a comunicação eficiente. A densidade do grafo (0,12) mostra uma boa conectividade, embora ainda haja espaço para mais conexões diretas.



Figura 7. Rede de empresas mercantis do Brasil no Setor de Agropecuária (Criadas e ativas - Último trimestre de 2023)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Cada cor representa uma comunidade distinta dentro da rede de acordo com a afinidade entre as empresas. O tamanho dos nós (pontos) é proporcional à centralidade das empresas, indicando sua importância e grau de conectividade dentro da rede. A rede é filtrada para nós com grau de centralidade mínima de 2 e grau mínimo de 35

A rede é composta por 11 comunidades, com as maiores comunidades tendo entre 121 e 247 empresas, indicando subestruturas com alta similaridade. Dentre estas, algumas se destacam pelo tamanho e centralidade. A rede do setor agropecuário é marcada por uma forte presença ME e EPP, distribuídas principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste (Tabela 2).

Tabela 2. Principais comunidades e suas características – Setor de agropecuária

Comunidade	Tamanho	Centralidade média	Características
A0, A2, A4, A5, A7	247, 121, 205, 89, 137	0,52; 0,25; 0,42, 0,25 e 0,29	ME de agricultura e pecuária, mais presentes no Sudeste, Sul e Centro-oeste.
A9, A10	56, 38	0,11 e 00,8	ME de produção florestal no Sul e Sudeste.
A1	54	0,12	EPP de agricultura e pecuária do Centro-oeste, Sudeste e Sul.

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Características das comunidades correspondem a no mínimo 70% da população classificada no grupo. A centralidade média é ponderada, conforme descrita nos métodos.

As comunidades com maior centralidade (A0, A2, A4, A5 e A7), compostas por ME, destacam-se pela agricultura e pecuária, evidenciando sua importância nas cadeias produtivas regionais. As EPP, representadas pela pequena comunidade A1, reforçam a integração regional, concentrando-se nas mesmas áreas, com uma atuação relevante em diferentes etapas da cadeia agropecuária. Outras comunidades menores e com centralidade reduzida (A9, A10) apontam para atividades especializadas, como a produção florestal, principalmente no Sul e Sudeste, complementando as atividades agropecuárias e integrando o setor florestal à economia local.

Como discutido pela OECD (2020), a resiliência de sistemas agrícolas depende da capacidade de adaptação a múltiplos riscos, o que é facilitado pela proximidade setorial e regional, que permite uma resposta mais coordenada a choques externos. Assim, políticas regionais que incentivem a integração econômica, conectividade e apoio logístico contribuem para aumentar a resiliência dessas comunidades rurais especializadas (OECD, 2020).

Indústria

A rede do setor da Indústria é substancialmente maior (Figura 8) em relação à anterior, com 5.873 nós e 661.095 arestas. O coeficiente de agrupamento médio (0,79) é um pouco menor em comparação ao setor agropecuário, mas ainda indica a presença de clusters significativos. O comprimento médio do caminho ponderado (6,27) e o diâmetro da rede ponderado (12) são semelhantes, sugerindo uma boa eficiência na transmissão de informações. A densidade do grafo (0,04), indica menos conexões diretas entre as empresas, apesar do elevado número de nós. Isso pode refletir a maior diversidade e complexidade do setor industrial, onde a especialização e a segmentação das empresas criam uma estrutura menos densa.

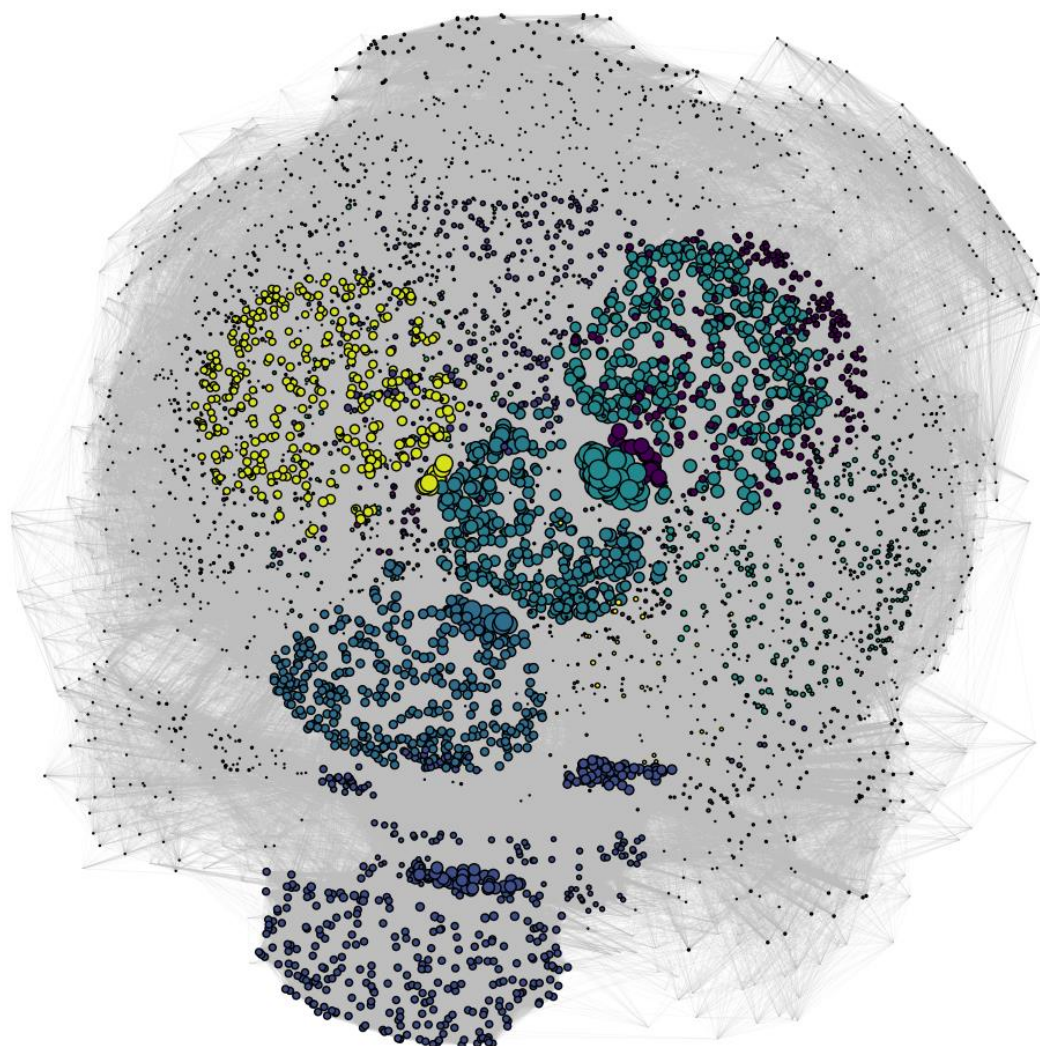


Figura 8. Rede de empresas mercantis do Brasil no Setor de Indústria (Criadas e ativas - Último trimestre de 2023)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Cada cor representa uma comunidade distinta dentro da rede de acordo com a afinidade entre as empresas. O tamanho dos nós (pontos) é proporcional à centralidade das empresas, indicando sua importância e grau de conectividade dentro da rede. A rede é filtrada para nós com grau de centralidade mínima de 2 e grau mínimo de 35

A rede possui 22 comunidades, com as maiores comunidades contendo entre 248 e 747 empresas, sugerindo uma estrutura mais fragmentada com subestruturas colaborativas bem definidas (Tabela 3).

A rede industrial evidencia a importância de setores estratégicos distribuídos por diferentes regiões e revela níveis variados de conectividade entre as comunidades. As maiores comunidades, como I14 e I4, que abrigam atividades diversas e possuem centralidades moderadas (0,04 e 0,11), destacam-se pela sua presença significativa na rede.

Comunidades com maior centralidade, como aquelas voltadas para a confecção de vestuário (I2 e I9), a fabricação de móveis e produtos alimentícios (I0, I17, I18), apresentam

uma maior integração na rede, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, refletindo a força dessas cadeias produtivas.

Tabela 3. Principais comunidades e suas características – Setor de indústria

Comunidade	Tamanho	Centralidade média	Características
I14 e I4	747 e 692	0,04 e 0,11	Diversas
I2 e I9	429 e 85	0,19 e 0,05	ME de confecção de vestuário e acessórios, com destaque no Sul, Sudeste e Nordeste
I10 e I11	61, e 248	0,05; 0,03 e 0,03	ME de fabricação de produtos de metal (exceto máquinas)
I0	692 e 319	0,11	ME de fabricação de móveis, concentrada no Sudeste e Sul
I17 e I18	314 e 65	0,03 e 0,15	ME de fabricação de produtos alimentícios do Sudeste e Nordeste
I3, I5 e I7	65, 89 e 89	0,04 e 0,04	ME de fabricação de produtos minerais não metálicos do Sudeste, Nordeste e Sul
I1 e I13	569 e 118	0,05 e 0,04	ME de manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos no Centro-Oeste, Sudeste e Sul
I16	71	0,03	ME de extração de minerais não metálicos, concentrada no Sudeste e Nordeste
I19	44	0,02	ME de fabricação de produtos de madeira, concentrada no Sudeste e Sul

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Características das comunidades correspondem a no mínimo 70% da população classificada no grupo. A centralidade média é ponderada, conforme descrita nos métodos.

Por outro lado, comunidades com centralidade moderada ou baixa, como as especializadas em fabricação de produtos de metal (I10, I11) e manutenção de equipamentos (I1, I13), desempenham papéis especializados no Centro-Oeste, Sudeste e Sul, fornecendo suporte essencial a outras indústrias. A fabricação de produtos minerais não metálicos, presente em I3, I5 e I7, contribui significativamente para a cadeia da construção civil, com empresas concentradas no Sudeste, Nordeste e Sul. A comunidade I19, menor, com 44 empresas, está voltada para a fabricação de produtos de madeira e pode estar associada às ME de produção florestal, especialmente no Sudeste e Sul, representando um nicho especializado.

A fragmentação no setor industrial revela a existência de subestruturas especializadas que operam de forma relativamente isolada, o que pode trazer tanto vulnerabilidades quanto oportunidades. A falta de integração entre essas subestruturas pode aumentar a vulnerabilidade a choques específicos, exacerbada por desigualdades de infraestrutura e recursos, como aponta o Banco Mundial (2023). No entanto, essa especialização também pode ser transformada em uma vantagem competitiva. Políticas que incentivem a cooperação entre as subestruturas e promovam a digitalização podem fortalecer a resiliência do setor, permitindo que a rede industrial opere de forma mais adaptável e colaborativa a longo prazo.

Construção Civil

A rede do setor da Construção Civil (Figura 9), com 7.513 nós e 3.681.867 arestas, apresenta um coeficiente de agrupamento médio alto (0,82), indicando clusters altamente conectados.

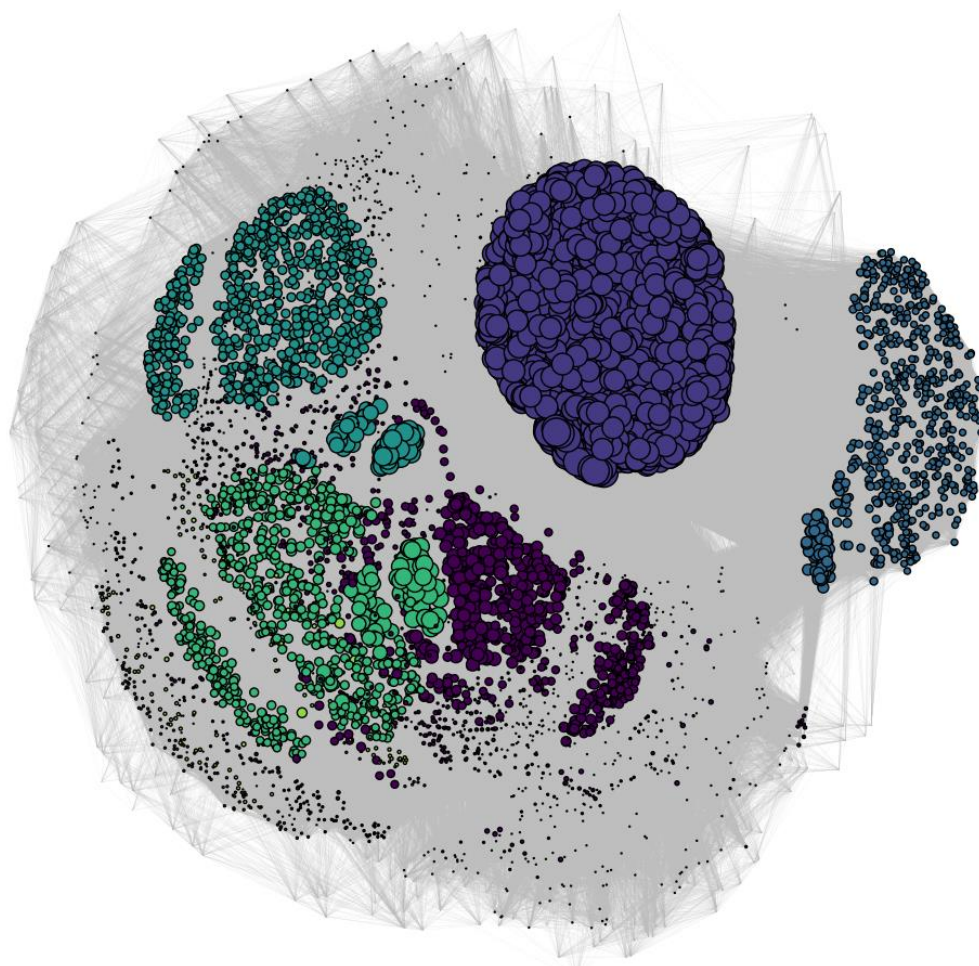


Figura 9. Rede de empresas mercantis do Brasil no Setor de Construção civil (Criadas e ativas - Último trimestre de 2023)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Cada cor representa uma comunidade distinta dentro da rede de acordo com a afinidade entre as empresas. O tamanho dos nós (pontos) é proporcional à centralidade das empresas,

indicando sua importância e grau de conectividade dentro da rede. A rede é filtrada para nós com grau de centralidade mínima de 2 e grau mínimo de 35

O comprimento médio do caminho ponderado (5,05) é o menor entre os setores analisados, indicando uma eficiência ainda maior na transmissão de informações. O diâmetro da rede ponderado (10) reforça essa eficiência. A densidade do grafo (0,13) é comparável à do setor agropecuário, mostrando uma boa conectividade com espaço para mais conexões. A rede é composta por 7 comunidades, com as maiores comunidades tendo entre 809 e 2.725 empresas, sugerindo grandes subestruturas colaborativas (Tabela 4).

Tabela 4. Principais comunidades e suas características – Setor de construção civil

Comunidade	Tamanho	Centralidade	Características
C0, C3, C4, e C5	2740,827, 671 e 277	0,12; 0,32; 0,31; 0,10	ME de serviços especializados em construção, concentrada no Sul e Sudeste
C1 e C2	2003, 671	0,69; 0,24	ME e EPP de construção de edifícios do Sul, Sudeste e Nordeste
C6	199	0,04	ME de obra de infraestrutura do Sudeste e Sul

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Características das comunidades correspondem a no mínimo 70% da população classificada no grupo. A centralidade média é ponderada, conforme descrita nos métodos.

A rede de Construção Civil tem forte especialização regional e diversificação setorial. A comunidade com maior centralidade (C1, 0,69) concentra-se na construção de edifícios por ME e EPP, presentes no Sul, Sudeste e Nordeste, desempenhando um papel essencial na expansão imobiliária e urbana. As comunidades C0, C3, C4 e C5 englobam serviços especializados em construção, como acabamento e suporte, e têm forte atuação no Sul e Sudeste, com centralidades variando de 0,10 a 0,32, indicando papéis relevantes, embora com graus diferentes de conectividade. Por fim, a comunidade C6, composta por ME de obras de infraestrutura, também está concentrada no Sudeste e Sul, complementando o ecossistema da Construção Civil com projetos essenciais para o desenvolvimento urbano e regional.

A presença de ME e, em menor grau, de EPP, reforça a importância da Construção Civil como motor econômico, sustentando tanto a demanda por serviços especializados quanto grandes obras, com uma distribuição geográfica que integra regiões-chave do país. Em termos de infraestrutura e desenvolvimento regional, fontes como o relatório do Banco Mundial (2023) indicam que os investimentos públicos e privados em grandes projetos de

infraestrutura, como rodovias, ferrovias e habitação, continuam a ser o motor da recuperação do setor de construção, apesar dos desafios econômicos enfrentados pelo Brasil.

Comércio

A rede do setor de Comércio (Figura 10) é a segunda maior em termos de nós (11.962) e arestas (3.133.111). O coeficiente de agrupamento médio (0,73) é o mais baixo entre os setores analisados, mas ainda indica a presença de clusters significativos. O comprimento médio do caminho (5,43) e o diâmetro da rede (12) indicam uma boa eficiência na transmissão de informações. A densidade do grafo (0,04) é comparável à do setor industrial, sugerindo menos conexões diretas entre as empresas.

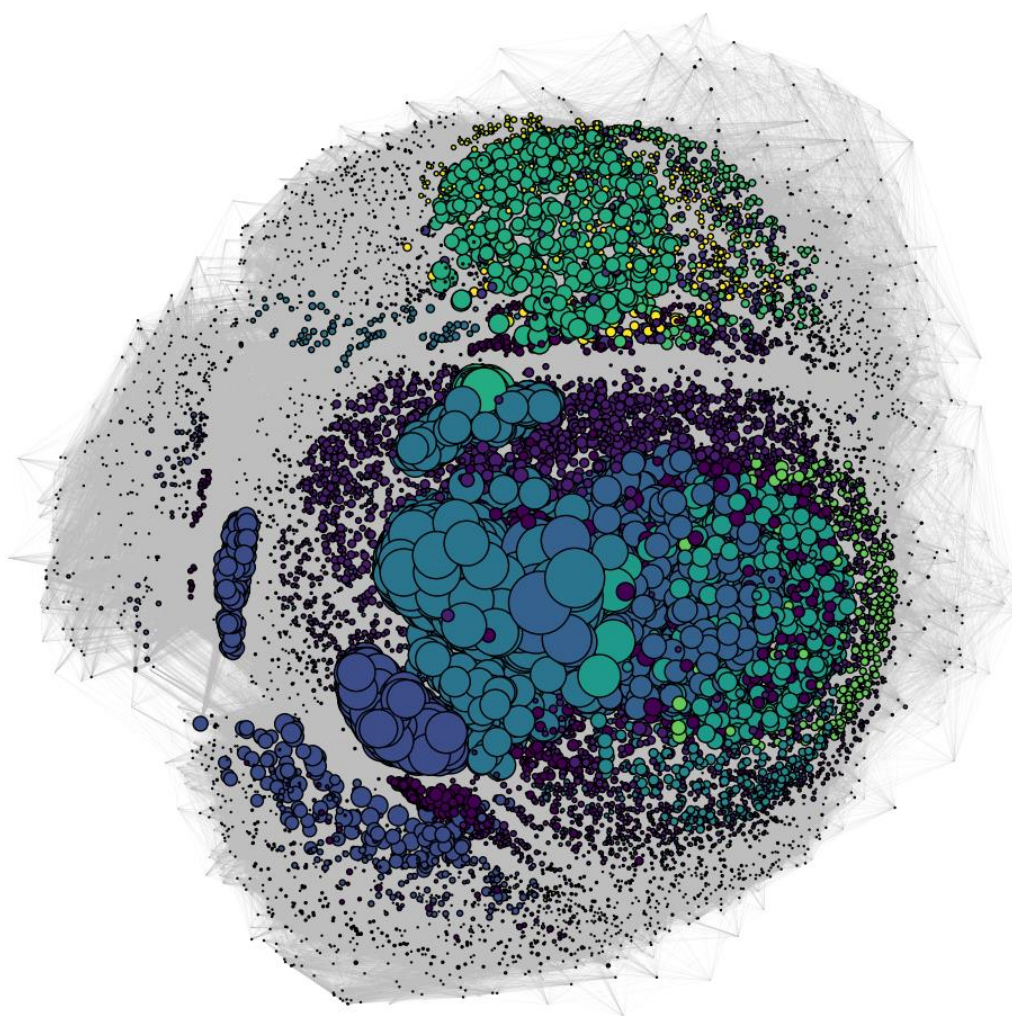


Figura 10. Rede de empresas mercantis do Brasil no Setor de Comércio (Criadas e ativas - Último trimestre de 2023)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Cada cor representa uma comunidade distinta dentro da rede de acordo com a afinidade entre as empresas. O tamanho dos nós (pontos) é proporcional à centralidade das empresas, indicando sua importância e grau de conectividade dentro da rede. A rede é filtrada para nós com grau de centralidade mínima de 2 e grau mínimo de 25

A rede possui 15 comunidades, com as maiores comunidades contendo entre 489 e 3.807 empresas, indicando uma estrutura fragmentada com grandes subestruturas com possibilidades colaborativas (Tabela 5).

Tabela 5. Principais comunidades e suas características – Setor de comércio

Comunidade	Tamanho	Centralidade média	Características
C0, C1, C5, C6, C7 e C8	3807, 197, 759, 1604, 489 e 627	0,06; 0,06; 0,20; 0,28; 0,05 e 0,15	ME de comércio varejista de todas as regiões, com foco no Sul, Sudeste e Nordeste
C4	1117	0,16	EPP de comércio varejista do Sudeste
C9	568	0,05	ME de comércio por atacado, exceto veículo do Nordeste e Sudeste
C2 e C10	248 e 248	0,02 e 0,06	ME de comércio e reparação de veículos do Sudeste, Sul, Nordeste e Centro-Oeste

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Características das comunidades correspondem a no mínimo 70% da população classificada no grupo. A centralidade média é ponderada, conforme descrita nos métodos.

A rede de Comércio é amplamente dominada por ME e, em algum grau, EPP, refletindo uma distribuição regional diversificada com foco no Sul, Sudeste e Nordeste. Algumas das maiores comunidades (C0, C5, C6 e C8), com centralidades variando de 0,06 a 0,28, representam principalmente o comércio varejista, abrangendo todas as regiões do país, consolidando a presença desses setores nos principais mercados consumidores.

A comunidade C4, composta por EPP e com uma centralidade de 0,16, destaca-se no comércio varejista do Sudeste, com uma conectividade moderada. A comunidade C9, com uma centralidade de 0,05, é voltada para o comércio por atacado, excluindo veículos, e tem forte atuação no Nordeste e Sudeste, contribuindo para a distribuição de bens nessas regiões. Por fim, as comunidades C2 e C10, com centralidades de 0,02 e 0,06, são especializadas em comércio e reparação de veículos, com forte concentração no Sudeste, Sul e Nordeste e Centro-Oeste atendendo tanto à demanda por vendas quanto aos serviços pós-venda.

Segundo a OECD (2023), o setor de Comércio no Brasil é essencial para o crescimento econômico, impulsionado pela expansão do varejo físico e online. A digitalização, com plataformas como Mercado Livre e Shopee, aumenta a conectividade entre pequenas e médias empresas, fortalecendo a colaboração e a resiliência do setor.

Serviços

A rede do setor de Serviços (Figura 11) é a maior em termos de nós (15.845) e arestas (5.797.371). O comprimento médio do caminho (5,64) e o diâmetro da rede (12) indicam uma boa eficiência na transmissão de informações dentro do setor de serviços, com empresas bem conectadas. A densidade do grafo (0,05) sugere uma conectividade moderada entre as empresas, o que permite uma estrutura colaborativa.

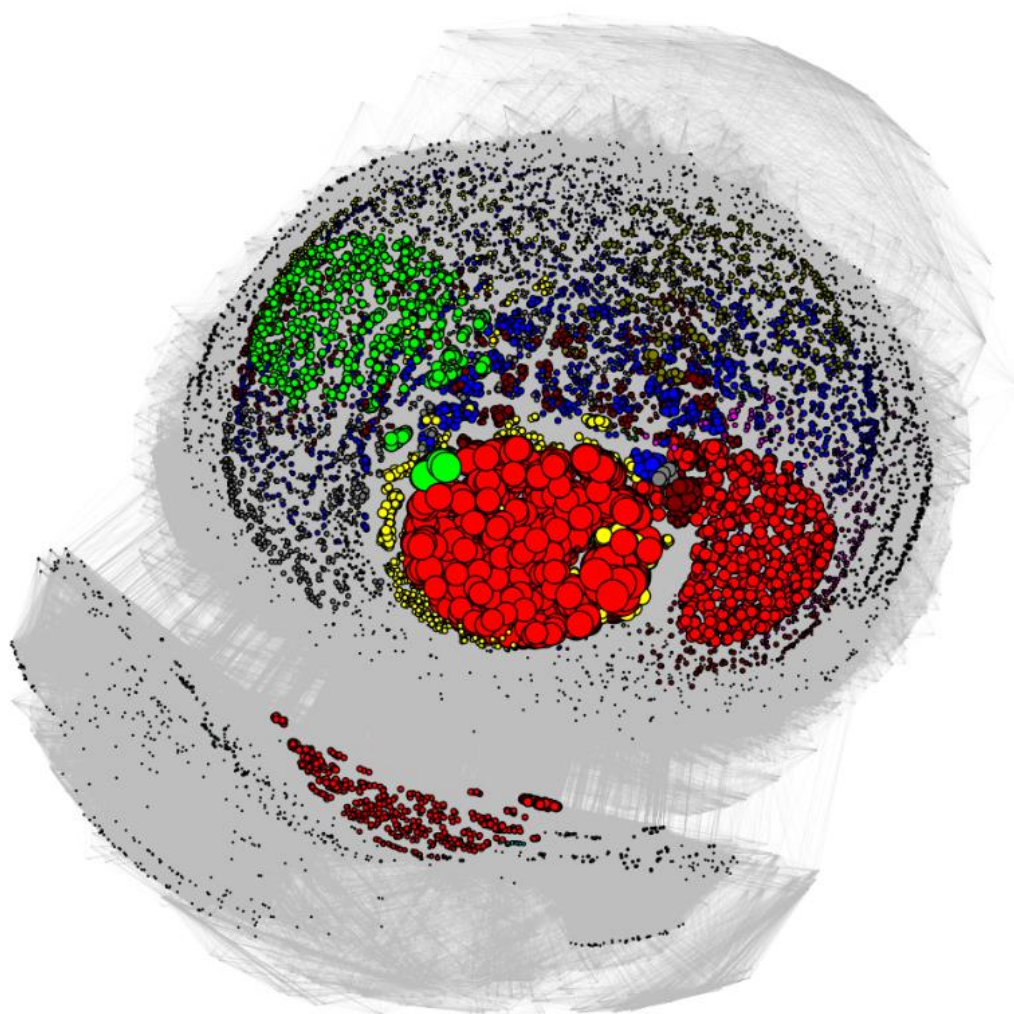


Figura 11. Rede de empresas mercantis do Brasil no Setor de Serviços (Criadas e ativas - Último trimestre de 2023)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Cada cor representa uma comunidade distinta dentro da rede de acordo com a afinidade entre as empresas. O tamanho dos nós (pontos) é proporcional à centralidade das empresas, indicando sua importância e grau de conectividade dentro da rede. A rede é filtrada para nós com grau de centralidade mínima de 2 e grau mínimo de 25

A rede é composta por 15 comunidades, com as maiores comunidades contendo entre 394 e 4.787 empresas, sugerindo uma estrutura complexa com subestruturas colaborativas (Tabela 6). A centralidade de grau máxima (0,13) indica a presença de hubs conectados no setor de serviços.

Tabela 6. Principais comunidades e suas características – Setor de serviços

Comunidade	Tamanho	Centralidade média	Características
S1, S2, S3 e S13	4787, 1949, 2276 e 1381	0,03; 0,0, 0,40 e 0,06	Diversas
S0, S10, S3	1209 e 336	0,13 e 0,06	ME de atividades de atenção à saúde humana, em todas as regiões, menos Norte
S4	304	0,07	ME de publicidade e pesquisa de mercado centradas em todas as regiões, menos Norte
S5	381	0,05	ME de transporte terrestre do Sul, Sudeste e Centro Oeste
S9	394	0,07	ME de alimentação do Sudeste, Centro-oeste e Sul
S12	393	0,08	ME de serviços de arquitetura e engenharia do Sudeste, Sul e Nordeste
S11	86	0,01	ME de atividades técnicas e científicas do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste
S14	216	0,04	ME do setor de atividades esportivas e de recreação e lazer do Sudeste, Nordeste e Sul

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Características das comunidades correspondem a no mínimo 70% da população classificada no grupo. A centralidade média é ponderada, conforme descrita nos métodos.

A rede de Serviços é composta por comunidades que atuam em diversas funções e áreas. As maiores comunidades, S1, S2, S3 e S13, reúnem entre 1.381 e 4.787 empresas, com centralidades variando de 0,0 a 0,40. S3, com 0,40 de centralidade, destaca-se como um hub mais influente dentro dessas comunidades diversas.

As comunidades S0 e S10, com 1.209 e 336 empresas, são focadas em saúde humana, principalmente no Sudeste, Sul e Nordeste, com S0 se destacando pela centralidade mais alta (0,13). Outras comunidades como S4 (publicidade), S5 (transporte terrestre) e S12 (arquitetura e engenharia) possuem conectividade moderada, com centralidades entre 0,05 e 0,08, e estão concentradas nessas mesmas regiões.

Por fim, S11 e S14, com 86 e 216 empresas, são especializadas em atividades científicas, esportivas e de lazer, com centralidades baixas (0,01 e 0,04), refletindo nichos específicos. Essa estrutura diversificada das comunidades permite que o setor de serviços atenda com flexibilidade às demandas regionais, reforçando seu papel como o maior setor entre as MPE (Sebrae, 2022).

Comparação entre as redes setoriais

Cada setor analisado apresenta redes empresariais com características distintas, refletindo diferenças estruturais e interações específicas (Tabela 7). A rede Agropecuária, composta por 11 comunidades, possui alta conectividade interna, com um coeficiente de agrupamento de 0,93 e uma densidade de 0,12, o que facilita a formação de redes coordenadas. Da mesma forma, a Construção Civil, com 7 comunidades, destaca-se pela eficiência, com o menor comprimento médio do caminho ponderado (5,05), sugerindo que empresas com perfis complementares estão bem integradas, o que é essencial para a execução de projetos complexos (World Bank, 2023).

Redes mais densas, como as de Agropecuária e Construção Civil, potencialmente apresentam maior capacidade de adaptação porque a maior densidade pode facilitar a troca de informações e a colaboração entre as empresas, especialmente em momentos de crise. Uma rede densa, com muitas possíveis conexões entre empresas, tende a criar oportunidades para que os atores troquem informações e recursos mais rapidamente, o que pode ser vantajoso em situações de instabilidade econômica. Por exemplo, no setor de Agropecuária, a proximidade entre fornecedores, produtores e distribuidores pode favorecer uma resposta mais coordenada a choques, como flutuações de preços ou condições climáticas adversas. No setor de Construção Civil, essa densidade pode facilitar a integração entre diferentes especialidades necessárias para projetos complexos, possibilitando ajustes rápidos e contínuos em tempos de incerteza.

Por outro lado, os setores de Indústria e Comércio demonstram maior fragmentação. A Indústria, com 22 comunidades, possui uma baixa densidade (0,04) e comprimento médio do caminho ponderado de 6,27, refletindo a dispersão entre empresas com especializações distintas e menor cooperação. De modo semelhante, o Comércio, com 14 comunidades, também apresenta uma rede vasta e fragmentada, com uma densidade de 0,04, indicando menor integração entre as empresas, apesar da presença de grandes grupos. Possivelmente podem se beneficiar de iniciativas que incentivem cooperação.

O setor de Serviços possui a maior rede em termos de nós (15.845) e arestas (5.797.371), mas sua densidade baixa (0,05) indica que a maioria das empresas está dispersa, com poucas conexões diretas. O coeficiente de agrupamento de 0,75 sugere uma boa interconectividade dentro dos clusters, garantindo coesão regional. A centralidade de grau máxima de 0,53 aponta para a presença de hubs moderados, que conectam várias empresas sem dominar a rede. Assim, embora vasta e fragmentada, a rede de Serviços depende de clusters coesos e de alguns hubs estratégicos, como nas áreas de saúde e educação, para facilitar a colaboração e a troca de informações.

Tabela 7. Caracterização e comparação das redes setoriais de empresas mercantis (Último trimestre de 2023)

Setor	Métrica	Valor
Agropecuária	Número de Nós	1.203
	Número de Arestas	88.813
	Coeficiente de Agrupamento Médio	0,93
	Comprimento Médio do Caminho (Ponderado)	5,56
	Diâmetro da Rede (Ponderado)	12
	Densidade do Grafo (Ponderado)	0,12
	Centralidade de grau máxima (Ponderado)	0,56
	Número de comunidades	11
Indústria	Número de Nós	5.873
	Número de Arestas	661.095
	Coeficiente de Agrupamento Médio	0,79
	Comprimento Médio do Caminho (Ponderado)	6,27
	Diâmetro da Rede (Ponderado)	12
	Densidade do Grafo (Ponderado)	0,04
	Centralidade de grau máxima (Ponderado)	0,39
	Número de comunidades	22
Construção civil	Número de Nós	7.513
	Número de Arestas	3.681.867
	Coeficiente de Agrupamento Médio	0,82
	Comprimento Médio do Caminho (Ponderado)	5,05
	Diâmetro da Rede (Ponderado)	10
	Densidade do Grafo (Ponderado)	0,13
	Centralidade de grau máxima (Ponderado)	0,90
	Número de comunidades	7
Comércio	Número de Nós	11.962
	Número de Arestas	3.133.111
	Coeficiente de Agrupamento Médio	0,73
	Comprimento Médio do Caminho (Ponderado)	5,43
	Diâmetro da Rede (Ponderado)	12
	Densidade do Grafo (Ponderado)	0,04
	Centralidade de grau máxima (Ponderado)	0,53
	Número de comunidades	14
Serviços	Número de Nós	15.845
	Número de Arestas	5.797.371
	Coeficiente de Agrupamento Médio	0,75
	Comprimento Médio do Caminho (Ponderado)	5,64
	Diâmetro da Rede (Ponderado)	12
	Densidade do Grafo (Ponderado)	0,05
	Centralidade de grau máxima (Ponderado)	0,53
	Número de comunidades	15

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Estudos sobre redes interdependentes e teorias de percolação sugerem que incentivar colaborações estruturais é essencial para melhorar a resiliência de redes mais vulneráveis (Buldyrev et al., 2010). Esses achados reforçam a importância de um planejamento estratégico regional e setorial que pode levar em conta a configuração específica de cada rede, promovendo maior integração e sustentabilidade econômica a longo prazo (Fortunato & Newman, 2022; Gao et al., 2012).

Considerações Finais

Este estudo representa uma contribuição original para o campo de análise econômica e empresarial ao utilizar análise de redes estruturais para investigar dinâmicas entre empresas com base em similaridades operacionais, setoriais e regionais. Diferente dos métodos tradicionais, como clusterização, que agrupa empresas em clusters estáticos com base em atributos específicos, a análise de redes permite uma compreensão mais profunda das relações subjacentes, revelando comunidades dinâmicas e padrões de colaboração e resiliência que não seriam detectados por agrupamentos convencionais.

As métricas de rede utilizadas – como coeficiente de agrupamento, densidade e comprimento médio do caminho – fornecem uma visão detalhada de como a proximidade estrutural entre empresas reflete padrões de eficiência e resiliência. Além disso, o uso de métricas ponderadas, quando possível, enriquece a análise, pois considera não apenas a existência de conexões, mas também a intensidade e a relevância dessas interações. Isso ajuda a mensurar como características comuns influenciam a adaptação a crises e o potencial de colaboração, mesmo sem interações diretas. A combinação dessas análises permite identificar pontos de vulnerabilidade e oportunidades de integração, auxiliando na formulação de políticas públicas que promovam maior coesão e sustentabilidade econômica a longo prazo.

Os achados deste estudo reforçam a importância de fatores regionais e setoriais na formação de comunidades empresariais e na promoção de resiliência. A aplicação de uma abordagem baseada em redes revela que, além da proximidade geográfica, similaridades estruturais desempenham um papel crucial na coesão e estabilidade econômica, especialmente em cenários de crise.

A análise de redes também oferece um novo paradigma para formulação de políticas públicas e estratégias empresariais. Setores com maior densidade e hubs conectados, como agropecuária e serviços, podem se beneficiar de políticas que consolidem suas redes e ampliem a integração com mercados externos. Por outro lado, setores mais fragmentados,

como comércio e indústria, precisam de incentivos adicionais para estimular a colaboração entre empresas com características complementares.

Por fim, este estudo abre caminho para futuras pesquisas que explorem a evolução temporal das redes, permitindo uma análise mais dinâmica e com comparações temporais das transformações nas estruturas empresariais. A combinação de análises temporais com redes estruturais pode oferecer insights ainda mais precisos sobre os efeitos de crises econômicas e eventos disruptivos, como a pandemia da COVID-19, nas comunidades empresariais e suas redes de apoio.

Agradecimento

Agradeço a Deus, minha esposa e família.

Referências

- Buldyrev, S.V.; Parshani, R.; Paul, G.; Stanley, H.E.; & Havlin, S. 2010. Catastrophic cascade of failures in interdependent networks. *Nature*, 464(7291), 1025-1028. Disponível em <<https://doi.org/10.1038/nature08932>>.
- Csardi, G.; Nepusz, T. 2006. The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*.
- Farmer, J.D.; Gallegati, M.; Hommes, C.; Kirman, A.; Ormerod, P.; Cincotti, S.; Sanchez, A.; Helbing, D. 2012. A complex systems approach to constructing better models for managing financial markets and the economy. *European Physical Journal Special Topics* 214: 295-324. Disponível em <<https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01696-9>>. Acesso em: 06 de abr. 2024.
- McKinney, W. 2010. Data structures for statistical computing in Python. In *Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 2010, Austin, Texas, USA*. p 51-56.
- Matta, G.C.; Rego, S.; Souto, E.P.; Segata, J. 2021. Os impactos sociais da Covid-19 no Brasil: populações vulnerabilizadas e respostas à pandemia. 1ed. Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em <<https://doi.org/10.7476/9786557080320>>. Acesso em: 06 de abr. 2024.
- Mühleisen, H.; Raasveldt, M. 2024. DuckDB: An Embeddable Analytical Database. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Management of Data (SIGMOD '19)*, New York, NY, USA. p. 1981-1984. Disponível em <<https://doi.org/10.1145/3299869.3320212>>. Acesso em: 06 de abr. 2024.
- Newman, M.E. 2003. The structure and function of complex networks. *SIAM Review* 45(2): 167-256.
- Newman, M.E. 2004. Analysis of weighted networks. *Physical Review E* 70(5): 056131.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. 2020. *Strengthening Agricultural Resilience in the Face of Multiple Risks*, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/2250453e-en>>. Acesso em: 8 de out. 2024.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. 2023. *OECD Economic Surveys: Brazil 2023*. Paris: OECD Publishing. Disponível em: <<https://www.oecd->

ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-brazil-2023_9789264923531-en>. Acesso em: 06 de abr. 2024.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 06 jul. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [Sebrae]. 2020. Atualização de Estudo Sobre Participação de Micro e Pequenas Empresas na Economia Nacional. Disponível em: <<https://dataSebrae.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Relat%C3%B3rio-Participa%C3%A7%C3%A3o-mpe-pib-Na.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [Sebrae]. 2022. Atlas dos Pequenos Negócios. Disponível em: <<https://dataSebrae.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Relat%C3%B3rio-Participa%C3%A7%C3%A3o-mpe-pib-Na.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [Sebrae]. 2023. Análise do CAGED - Dezembro 2023. Disponível em: <<https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2024/02/2024-01-30-Relatorio-Sebrae-Caged.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [Sebrae]. 2024. Abertura de Pequenos Negócios no Brasil. Disponível em: <<https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2024/03/Relatorio-Tecnico-Abertura-Pequenos-Negocios-4o-tri-2023.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Silber, S.D. 2020. A fragilidade econômica e financeira na pandemia do Sars-Covid-19. Estudos Avançados, 34(100): 107-115. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.008>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Van Rossum, G.; Drake, J.R. 1995. Python tutorial. 1ed. Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam, Amsterdam, Noord-Holland, The Netherlands.

Vincent, D.B.; Guillaume, J.L.; Lambiotte R.; Lefebvre E. 2008. Fast unfolding of communities in large networks. J. Stat. Mech. Acesso em: 15 de out. 2024.

Wickham, H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. 1ed. Springer-Verlag New York, New York, NY, USA.

Wickham, H.; François, R.; Henry, L.; Müller, K.; Vaughan, D. 2023. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.4. Disponível em: <<https://dplyr.tidyverse.org>>. Acesso em: 06 jul. 2024.

World Bank. 2023. Leveraging Infrastructure to Improve Productivity and Secure Long-Term Growth in Brazil. Washington, DC: World Bank. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099140006292213309/pdf/P1745440133da50c0a2630ad342de1ac83.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2024.