



Universidade Federal do Ceará

Departamento de Física

CAPP - IPECE



CENTRO DE ANÁLISE DE DADOS E
AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS-CAPP

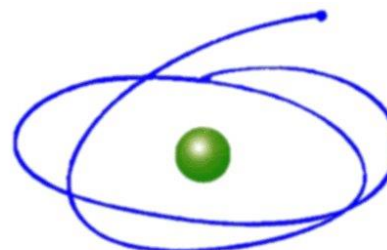
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ-IPECE

Redes Complexas de Atividades Econômicas no Ceará: análises de dados da nota fiscal eletrônica (NF-e)

Felipe, Rilder, Cesar, Erneson, Humberto & Soares



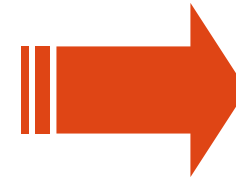
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico



C A P E S

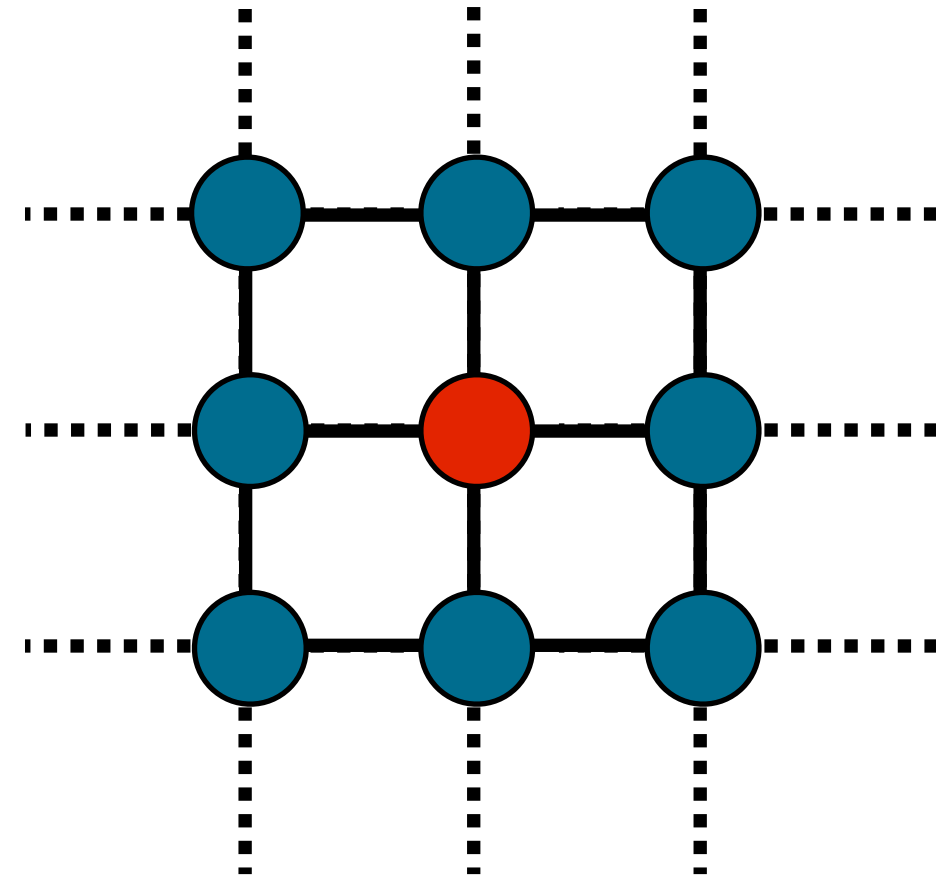
Sistemas Complexos: Cadeia Alimentar

Sistema composto de muitos **elementos simples** conectados entre si (**interações**) de forma **complexa (rede)**.

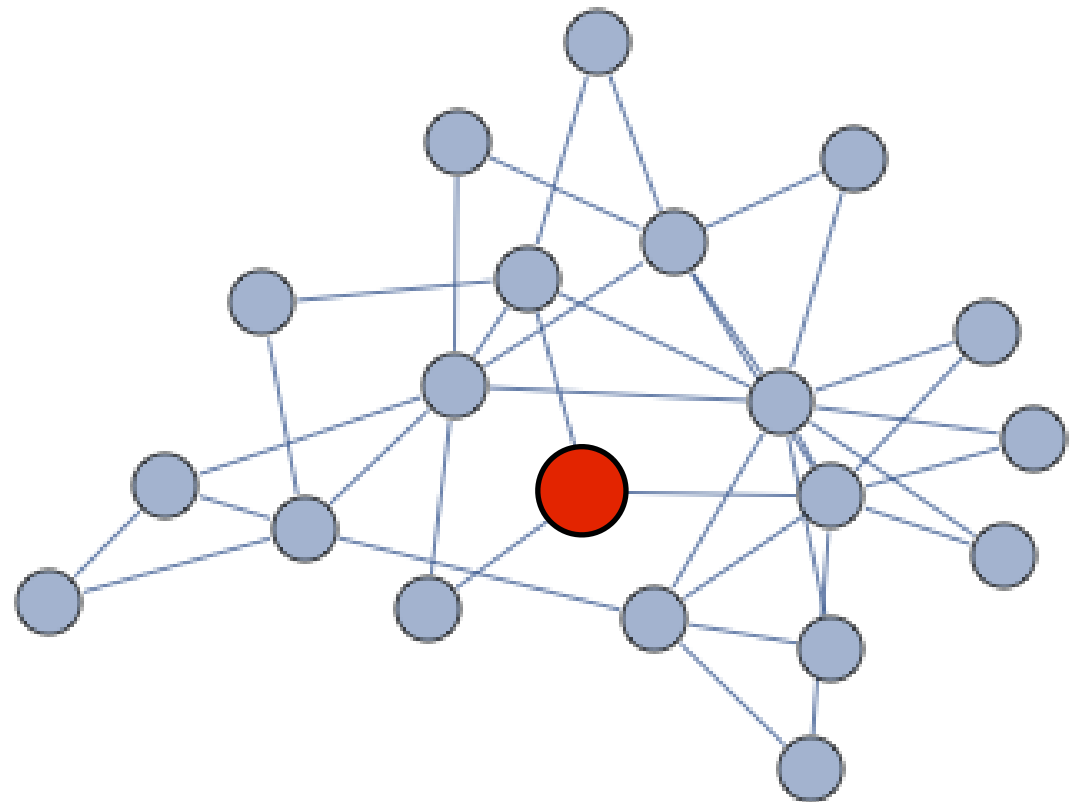


Rede

Rede Regular

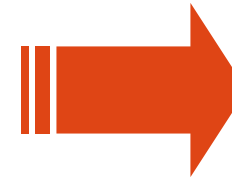


Rede Complexa



Sistemas Complexos: Cadeia Alimentar

Sistema composto de muitos **elementos simples** conectados entre si (**interações**) de forma **complexa (rede)**.



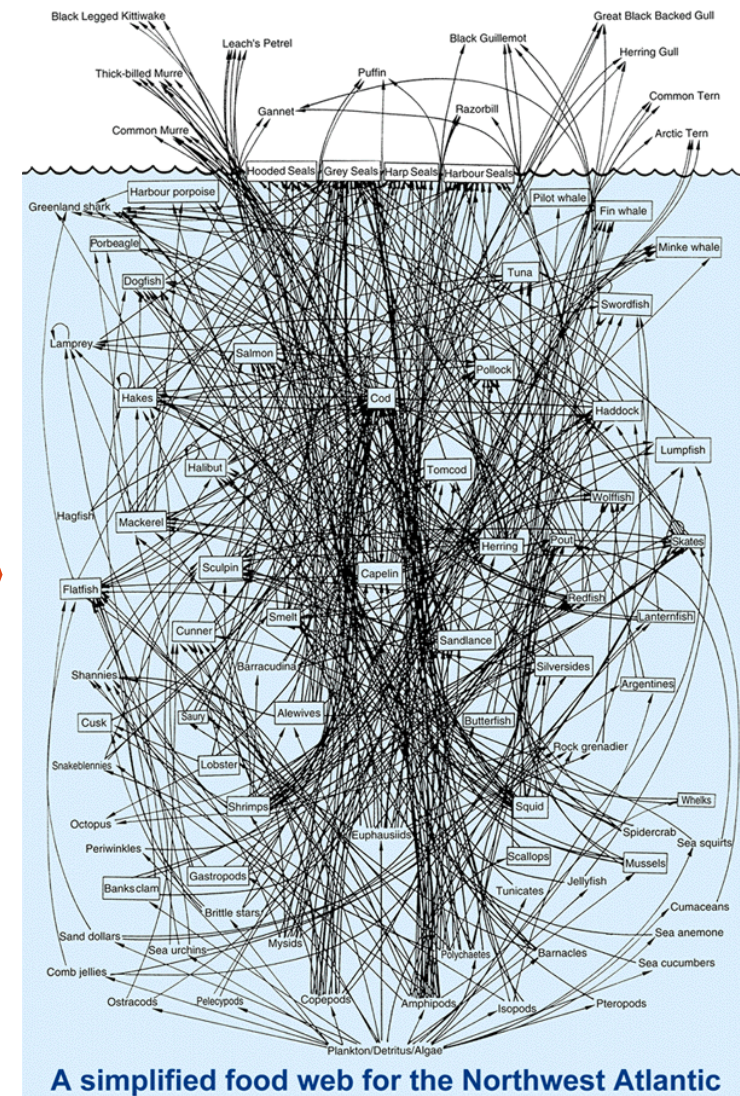
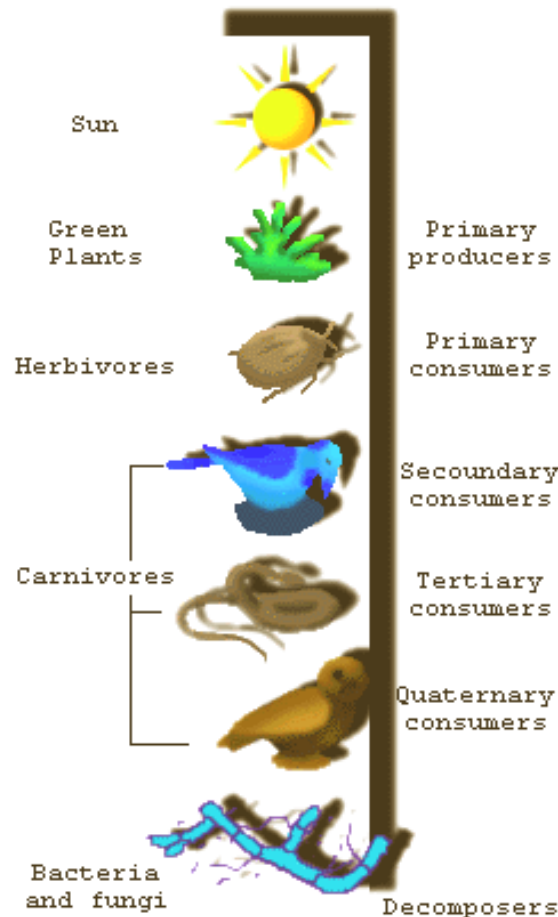
Rede

Sistema "em cadeia"

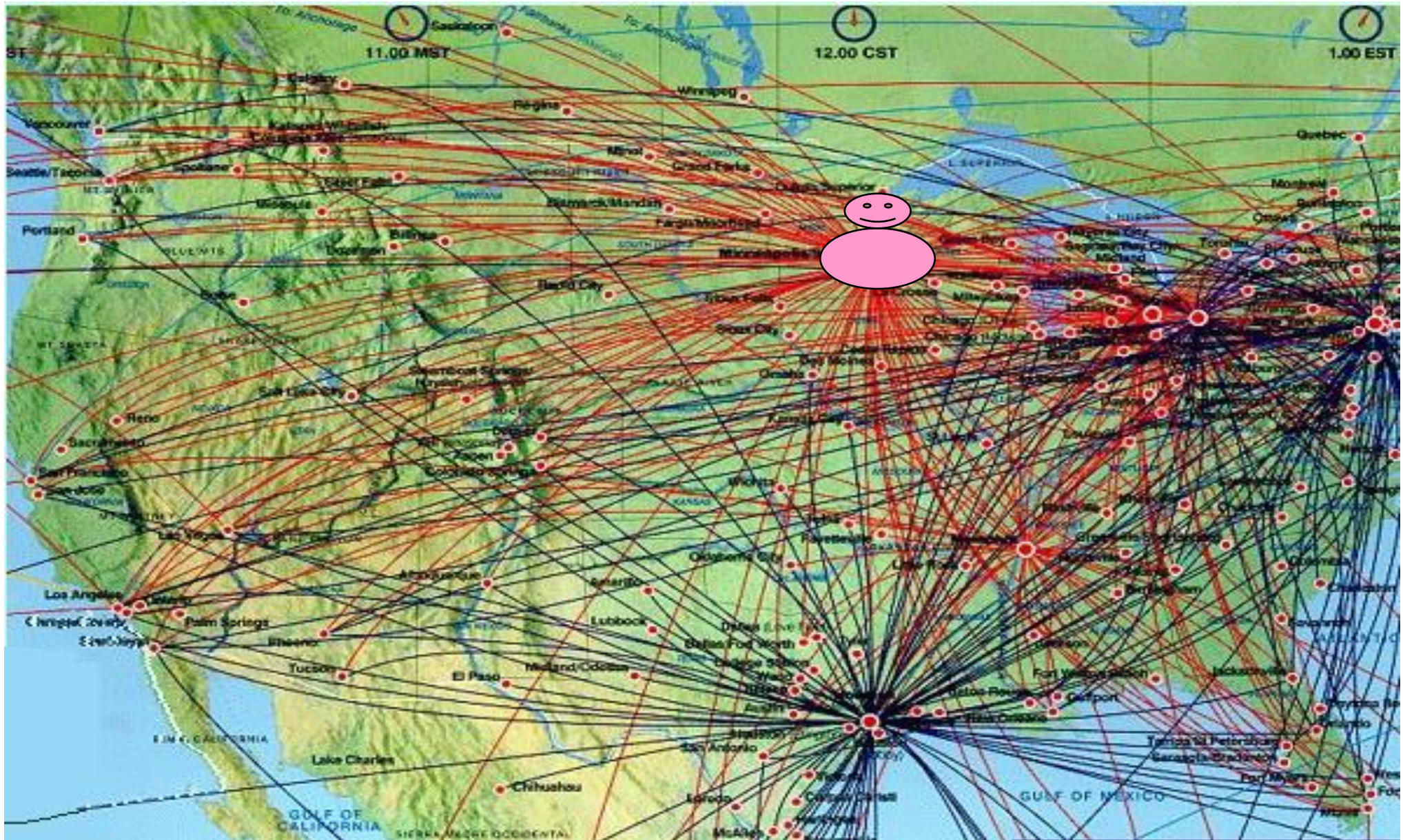
- Sensível (caótico)
- Frágil

Rede Complexa

- Auto-regulado
- Adaptável
- Robusto

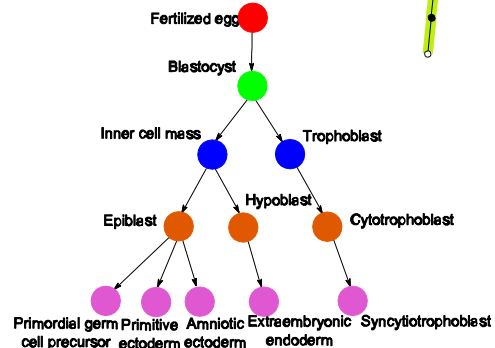
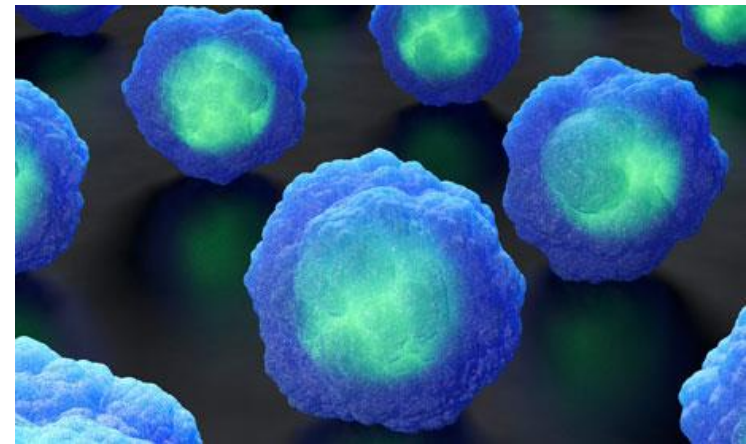
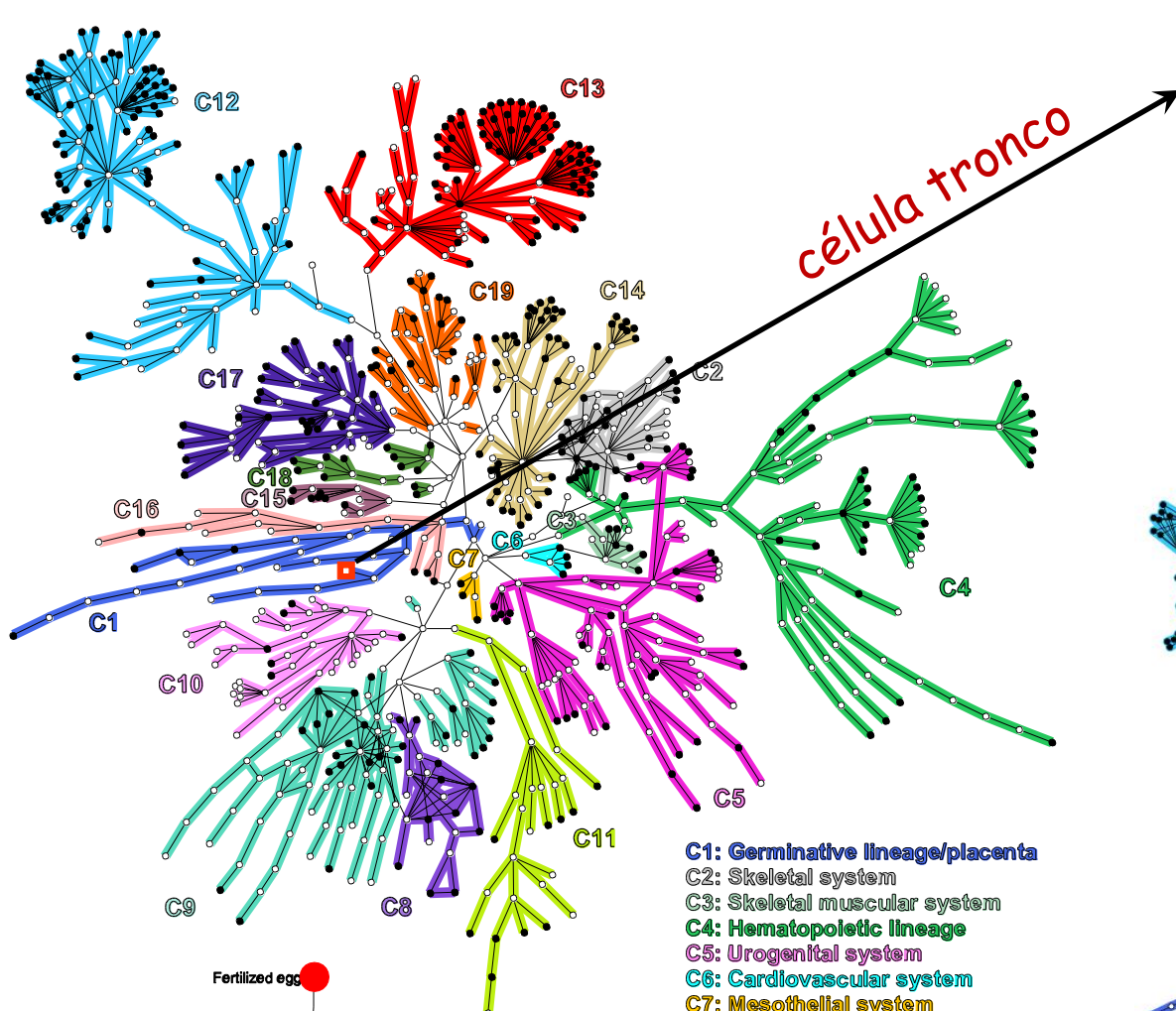


Redes Complexas: Linhas Aéreas

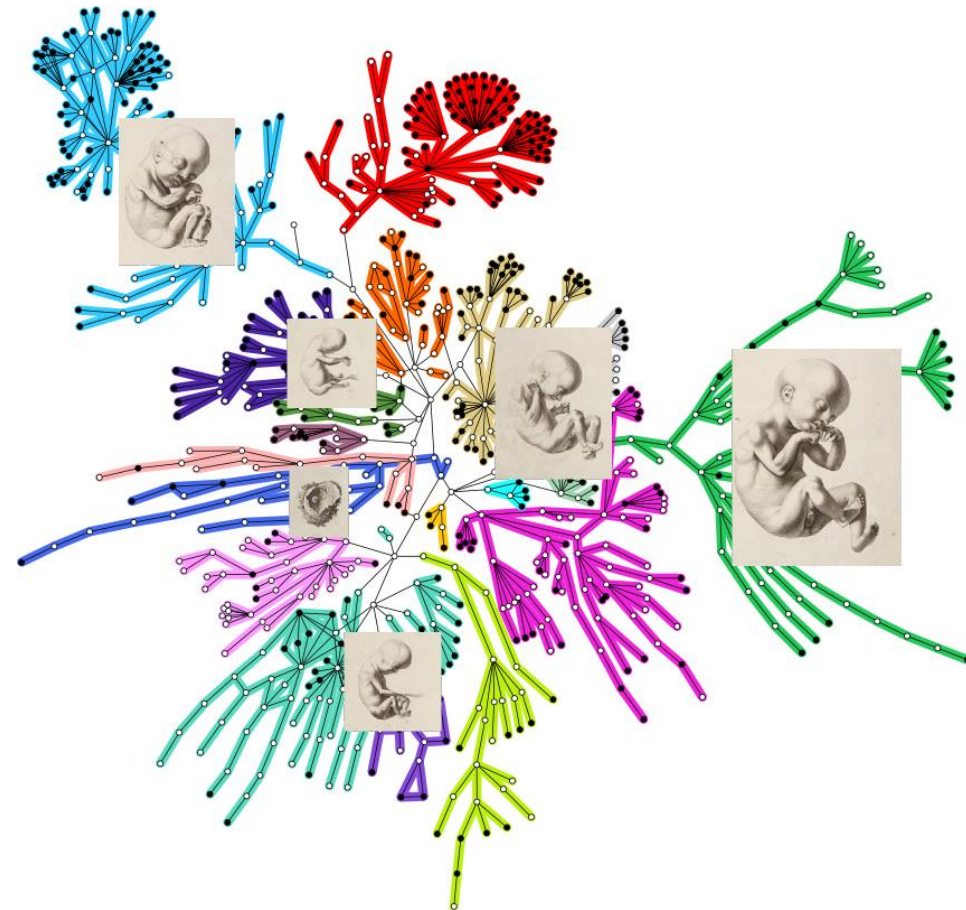


Rede Complexa de Diferenciação Celular Humana

Galvão, Miranda, Andrade, JSA, Gallos & Makse, PNAS (2010)

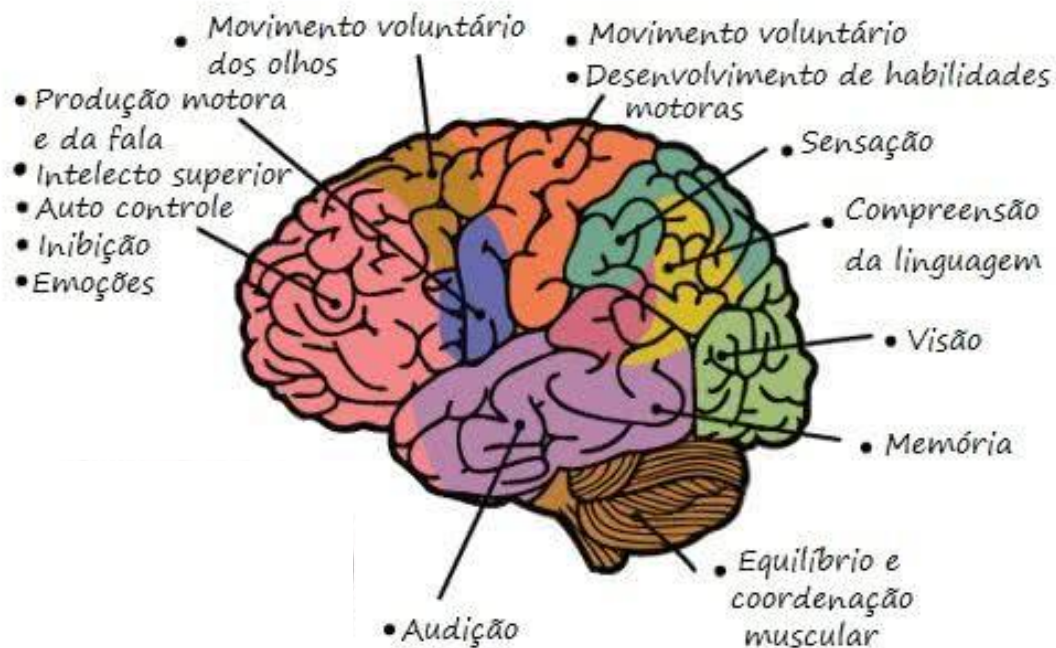


- C1: Germinative lineage/placenta**
- C2: Skeletal system**
- C3: Skeletal muscular system**
- C4: Hematopoietic lineage**
- C5: Urogenital system**
- C6: Cardiovascular system**
- C7: Mesothelial system**
- C8: Respiratory system**
- C9: Digestive system**
- C10: Pharyngeal lineage**
- C11: Cloacal lineage**
- C12: Neural lineage**
- C13: Eye lineage**
- C14: Neural crest lineage**
- C15: Adenohypophysis**
- C16: Primitive oral cavity**
- C17: Ear**
- C18: Nose**
- C19: Integumentary system**



Paradoxo em Redes Interconectadas

- ✓ As redes na natureza não atuam isoladamente, mas trocam informações e dependem umas das outras para funcionar corretamente.
- ✓ Redes aleatórias interconectadas são pouco resilientes a ataques e podem facilmente apresentar falhas abruptas.
- ✓ Há então um paradoxo: se os sistemas naturais se organizam em redes interconectadas, como podem ser tão estáveis?



O cérebro é robusto?

O cérebro é robusto?

Reis, Hu, Babino, JSA, Canals, Sigman & Makse,
Nature Physics (2014)



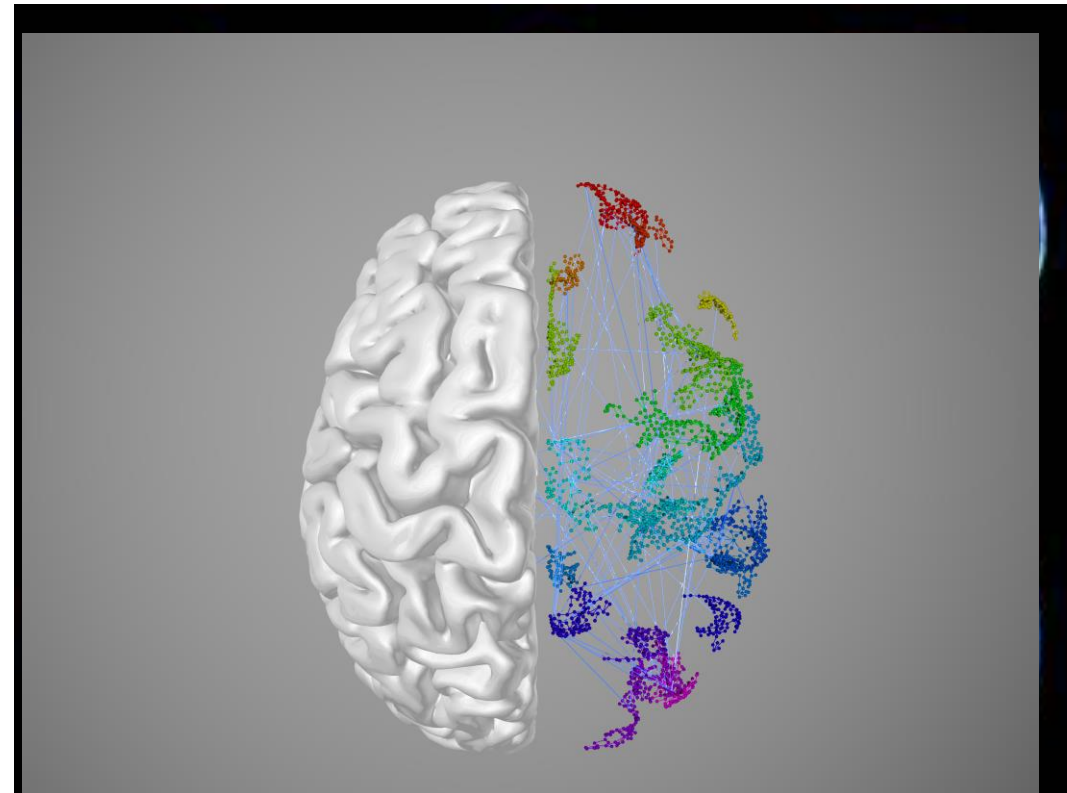
Saulo

Escala do neurônio



Rede Neuronal

Experimentos de fMRI
Escala de 1mL



Rede Neuronal Funcional

Nota Fiscal Eletrônica (NF-e)

Glossário

- **NF-e** – Nota Fiscal Eletrônica (apenas digital)
- **DANFE** – Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica
- **CNPJ** - Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
- **CNAE** - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- **NCM** - Nomenclatura Comum do Mercosul
- **CFOP** - Código Fiscal de Operações e Prestações

Nota Fiscal Eletrônica 2013

LOGOMARCA DA EMPRESA EMISSIONA DA NF-e		DANFE DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL ELETRÔNICA 0 - ENTRADA 1 - SAÍDA 1 Nº 000.096.31 SÉRIE 1 FL 1 / 1		 CHAVE DE ACESSO 4316 0304 1234 7100 0148 5500 1000 0963 1217 0554 8158 Consulta de autenticidade no portal nacional da NF-e http://www.nfe.fazenda.gov.br/portal ou no site da Sefaz Autorizadora	
NATUREZA DA OPERAÇÃO VENDA MERCADQ.		INSCRIÇÃO ESTADUAL 0000000000		INSCRIÇÃO ESTADUAL DO SUBSTITUTO TRIBUTÁRIO CNPJ 00.000.000/0000-00 CNA	
DESTINATÁRIO / REMETENTE NOME / RAZÃO SOCIAL DATAM EX TECNOLOGIA DA INFORMACAO LTDA		CNPJ / CPF 00.000.000/0000-00 CNA		DATA DA EMISSÃO 23/03/2016 E	
ENDEREÇO Avenida PRESIDENTE VARGAS, 1		BAIRRO / DISTRITO VILA JUNCAO		96.202-188 E	
MUNICÍPIO RIO GRANDE		UF CE		INSCRIÇÃO ESTADUAL 23/03/2016 DATA	
FATURA / DUPLICATA		NÚMERO 96312-A		VENCIMENTO 20/04/2016	
VALOR 198,48		NÚMERO 96312-A		VENCIMENTO 20/04/2016	
VALOR 198,48		NÚMERO 96312-A		VENCIMENTO 20/04/2016	
CÁLCULO DO IMPOSTO					
BASE DE CÁLCULO DO ICMS 0,00		VALOR DO ICMS 0,00		BASE DE CÁLCULO ICMS ST 0,00	
VALOR DO FRETE 0,00		VALOR DO SEGURO 0,00		VALOR DO ICMS SUBSTITUIÇÃO 0,00	
VALOR DO DESCONTO 0,00		OUTRAS DESP. ACESSÓRIAS 0,00		VALOR TOTAL DOS PRODUTOS 198,48	
VALOR TOTAL DO IPI 0,00		VALOR TOTAL DA NOTA 198,48			
TRANSPORTADOR / VOLUME TRANSPORTADOS					
NOME / RAZÃO SOCIAL E.V. BARROS		FRETE POR CONTA ☒ Dest/Rem		CÓD ANTI PLACA DO VEÍCULO	
ENDEREÇO		MUNICÍPIO		UF CE	
QUANTIDADE		ESPÉCIE		PESO BRUTO	
MARCA		NÚMERO		PESO LÍQUIDO	
DADOS DOS PRODUTOS / SERVIÇOS					
CÓD PROD	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS / SERVIÇOS	NCM/SH	CFOP	UNID	QUANT
5667	67 PROTETOR DE REDE SS 10A/BIV MG-3001 1,5mt NBR 0	85363000	5405	PC	6,0000
	Valor aprox. Tributos: 16,48				
8885	22 PLUGUE ADAPTADOR 2P+T UNIV P/ 2P+T 10A NBR 0	85369090	5405	PC	4,0000
	Valor aprox. Tributos: 1,87				
DESCRIÇÃO		NCM/SH		VALOR TOTAL POR PRODUTO	

CNAE

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas - CIIU
(International Standard Industrial Classification of all Economic Activities – ISIC)

Nações Unidas - 1948

Nome	Nível	Número de Grupamentos	Identificação
Seção	Primeiro	21	Código alfabético de 1 dígito
Divisão	Segundo	87	Código numérico de 2 dígitos
Grupo	Terceiro	285	Código numérico de 3 dígitos
Classe	Quarto	673	Código numérico de 4 dígitos + DV
Subclasse	Quinto	1329	Código numérico de 7 dígitos (incluindo o DV)

Exemplo:

Seção	A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
Divisão	1	Agricultura, pecuária e serviços relacionados
Grupo	1.1	Produção de lavouras temporárias
Classe	01.11-3	Cultivo de cereais
Subclasse	0111-3/01	Cultivo de arroz

Classificação

CNAE - Classificação Nacional de Atividade Econômica
setor

A 0111301

Agricultura, pecuária,
produção florestal,
pesca e aquicultura

Agricultura, pecuária e serviços relacionados

Produção de lavouras temporárias

Cultivo de cereais

Cultivo de arroz

NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul
produto

1006.10.92

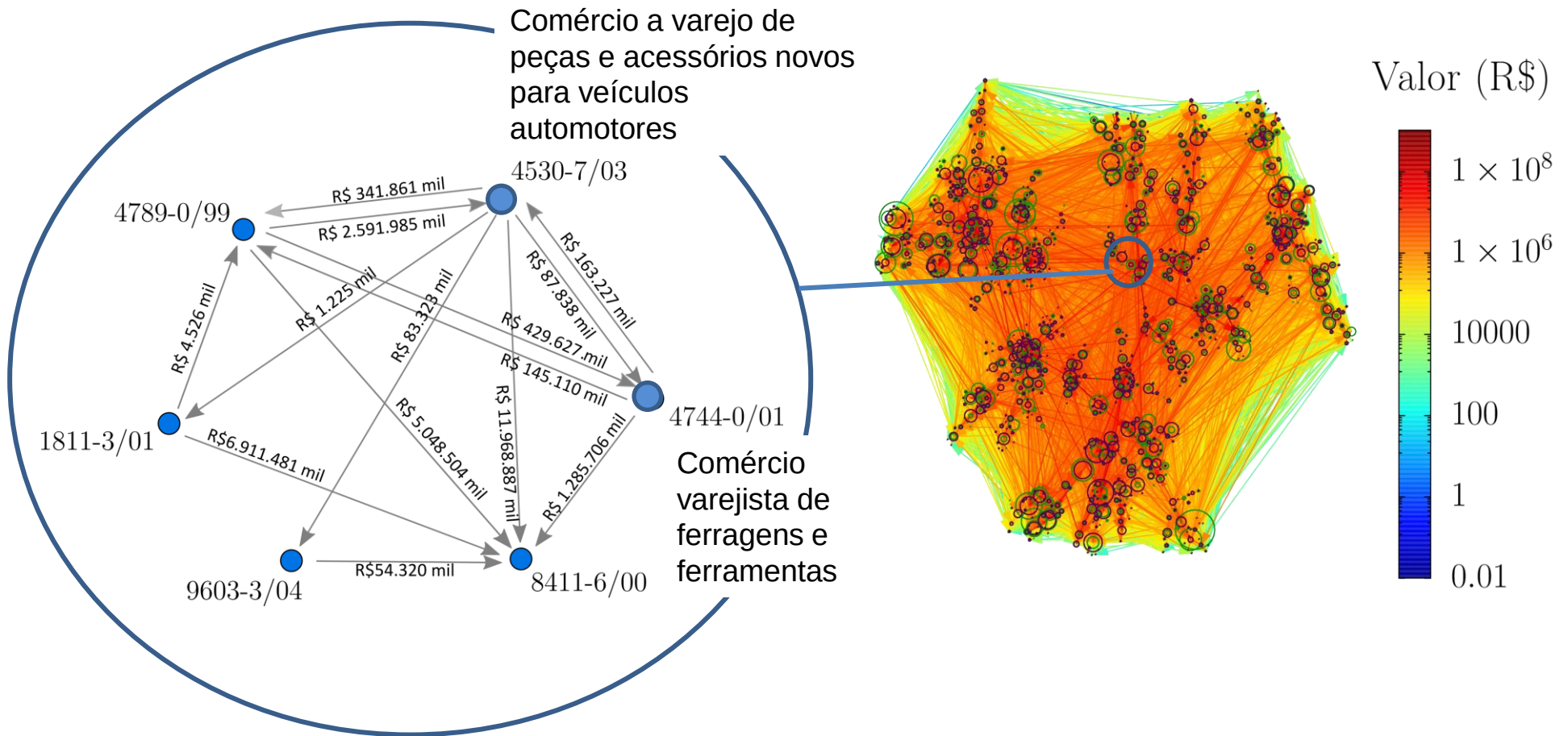
Cereais

Arroz

Arroz não parboilizado

Rede dos CNAEs

Valor total comercializado em 2013 entre dois CNAEs



Rede dos CNAEs

Maximum Spanning Tree:

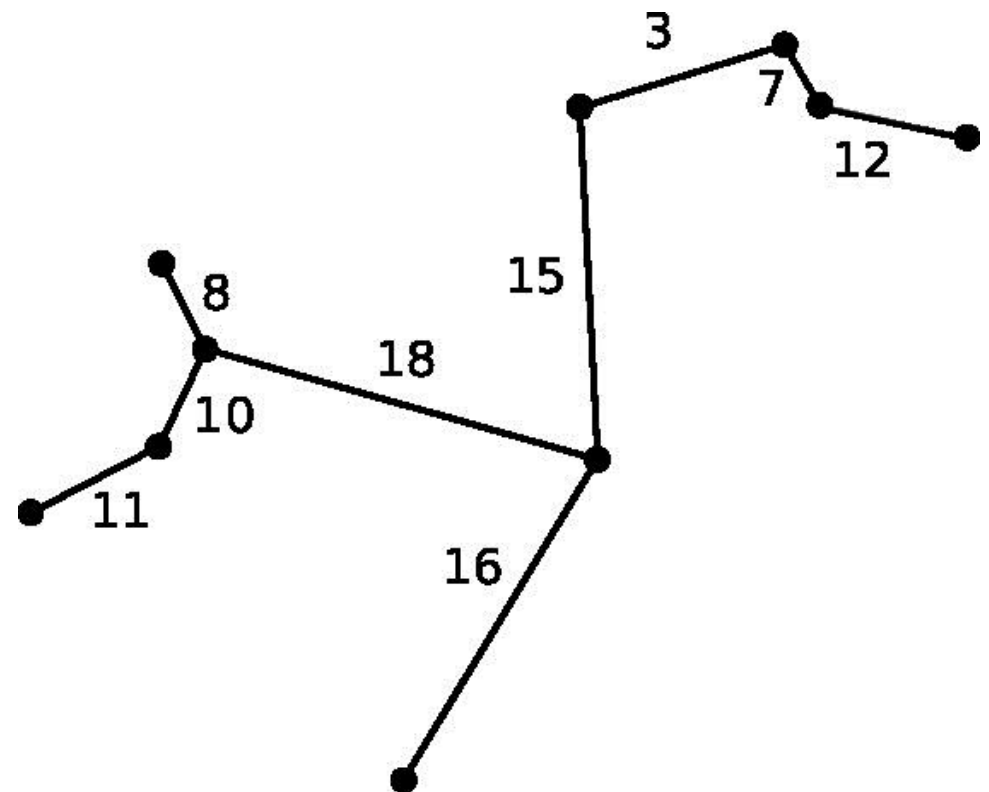
É o subgrafo de maior peso que conecta todos os vértices de uma rede onde todos os pares de vértices estão conectados por um único caminho.

Algoritmo de Kruskal:

Seu funcionamento é mostrado a seguir:

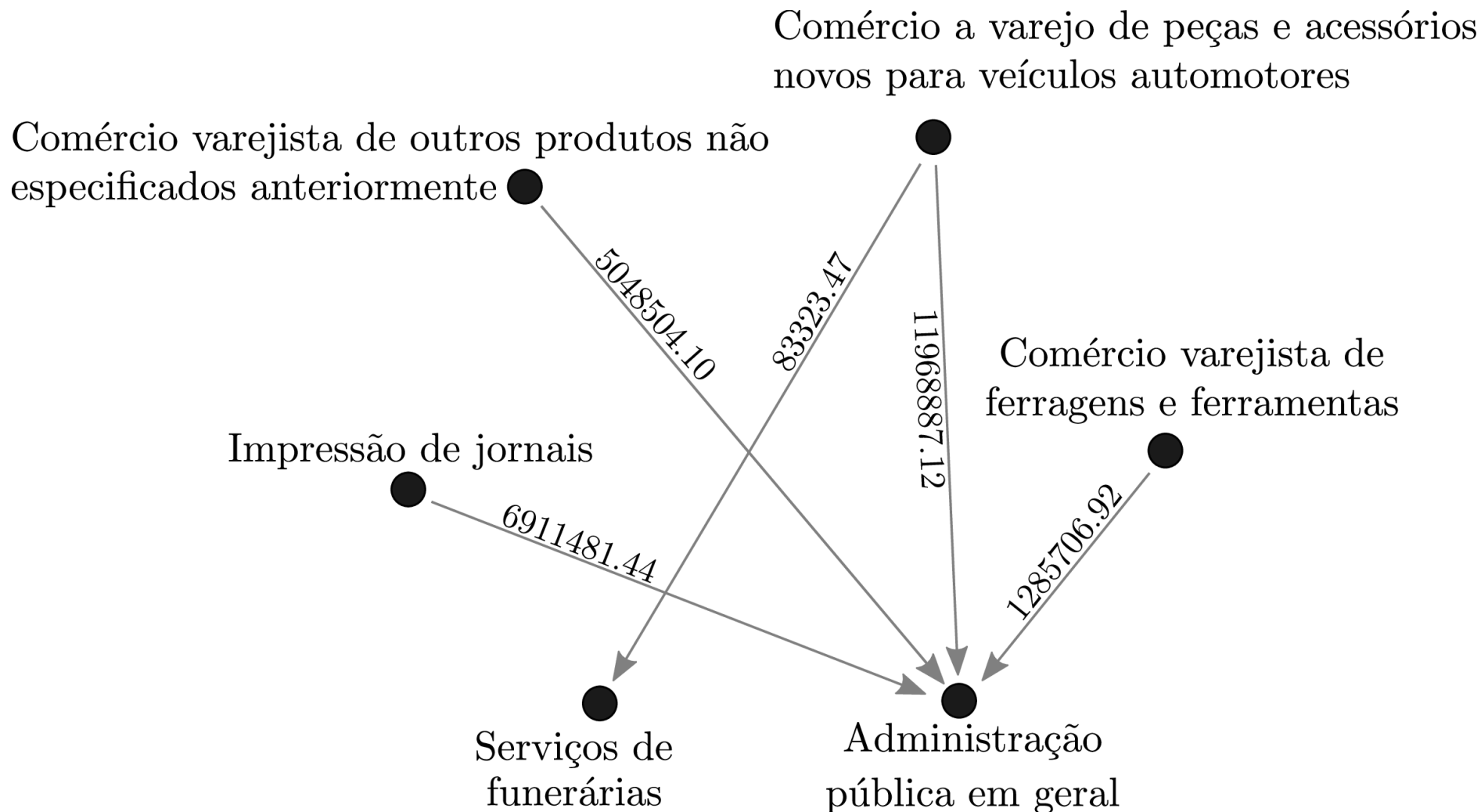
- * crie uma floresta F (um conjunto de árvores), onde cada vértice no grafo é uma árvore separada
- * crie um conjunto S contendo todas as arestas do grafo
- * enquanto S for não-vazio, faça:
 - * remova uma aresta com peso máximo de S
 - * se essa aresta conecta duas árvores diferentes, adicione-a à floresta, combinando duas árvores numa única árvore parcial
 - * do contrário, descarte a aresta

Ao fim do algoritmo, a floresta tem apenas um componente e forma uma “maximum spanning tree” do grafo.



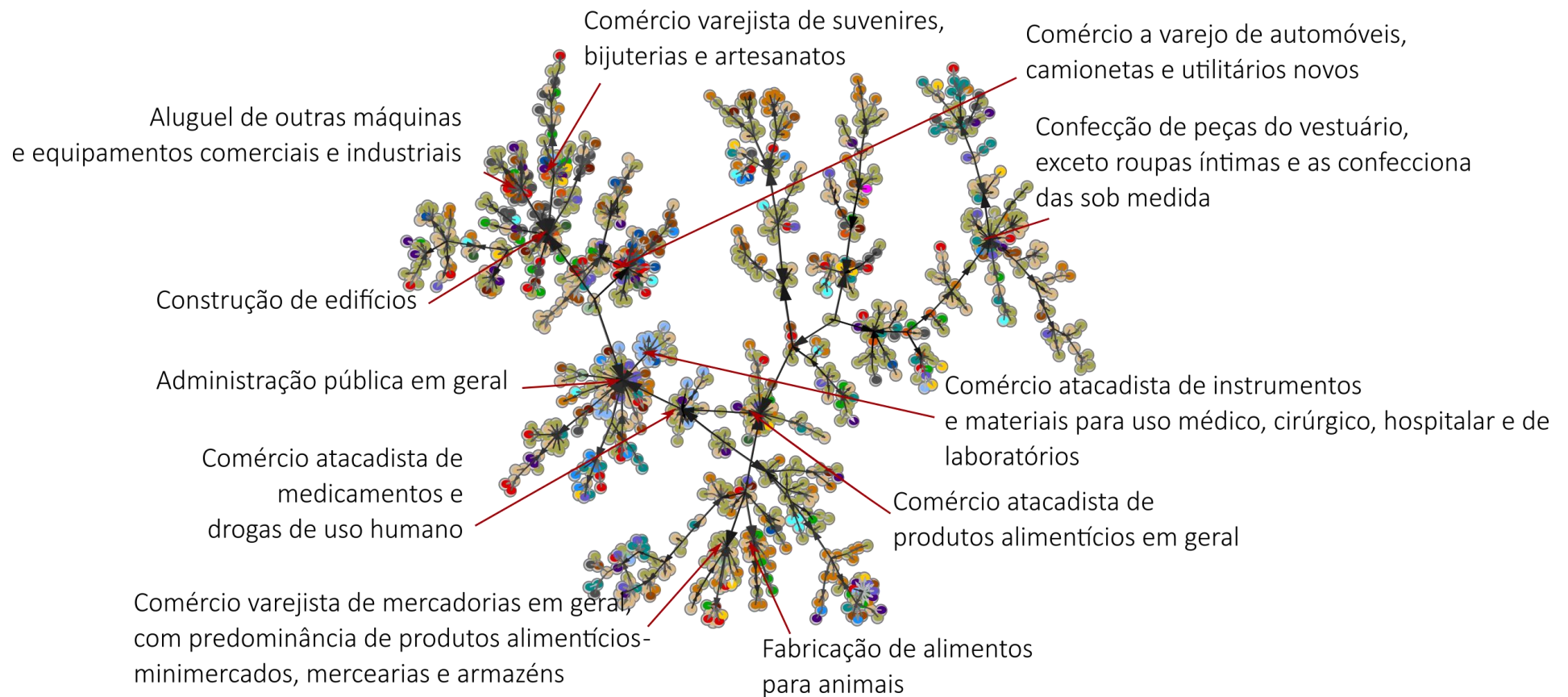
Rede dos CNAEs

Maximum Spanning Tree

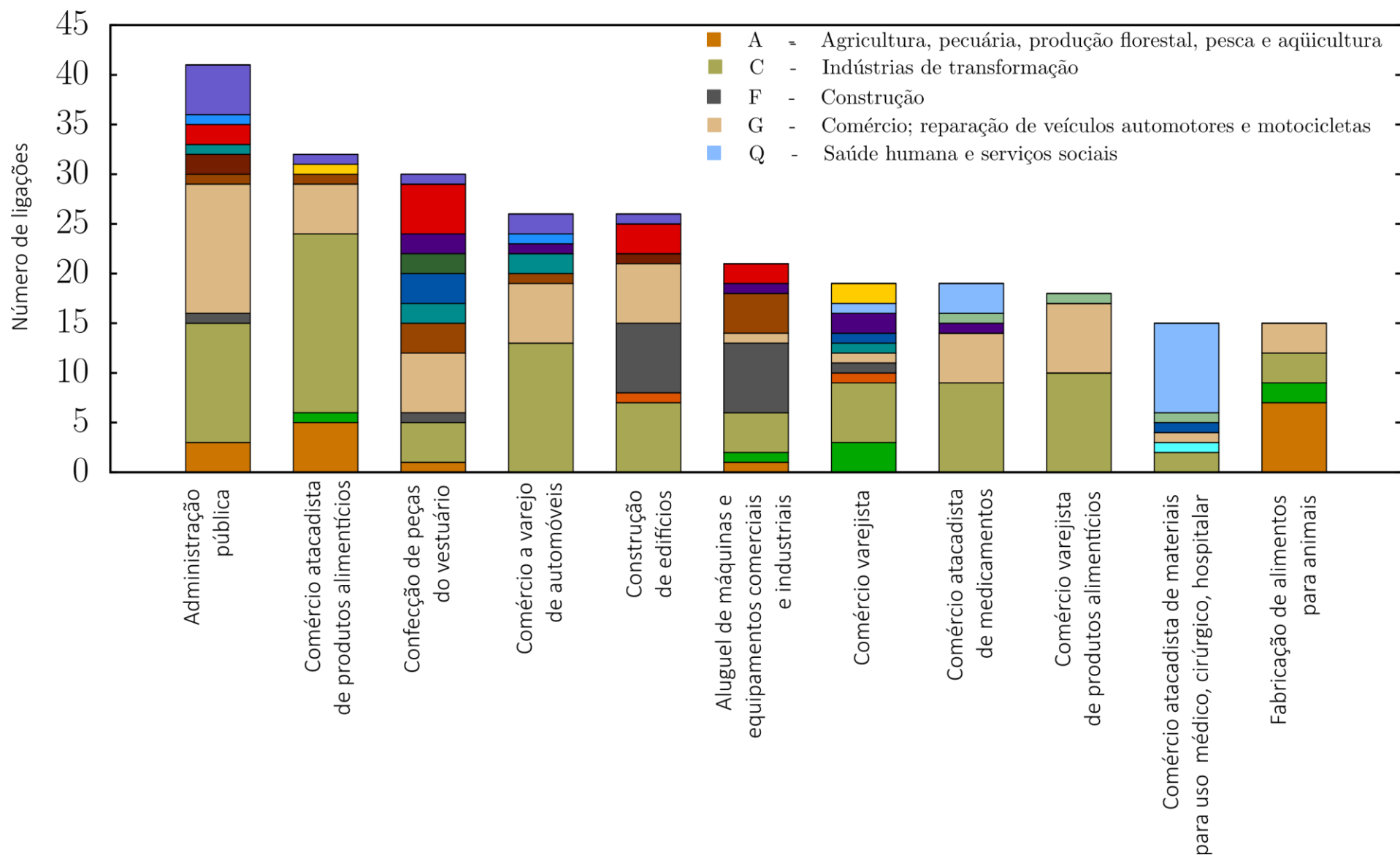


Rede dos CNAEs

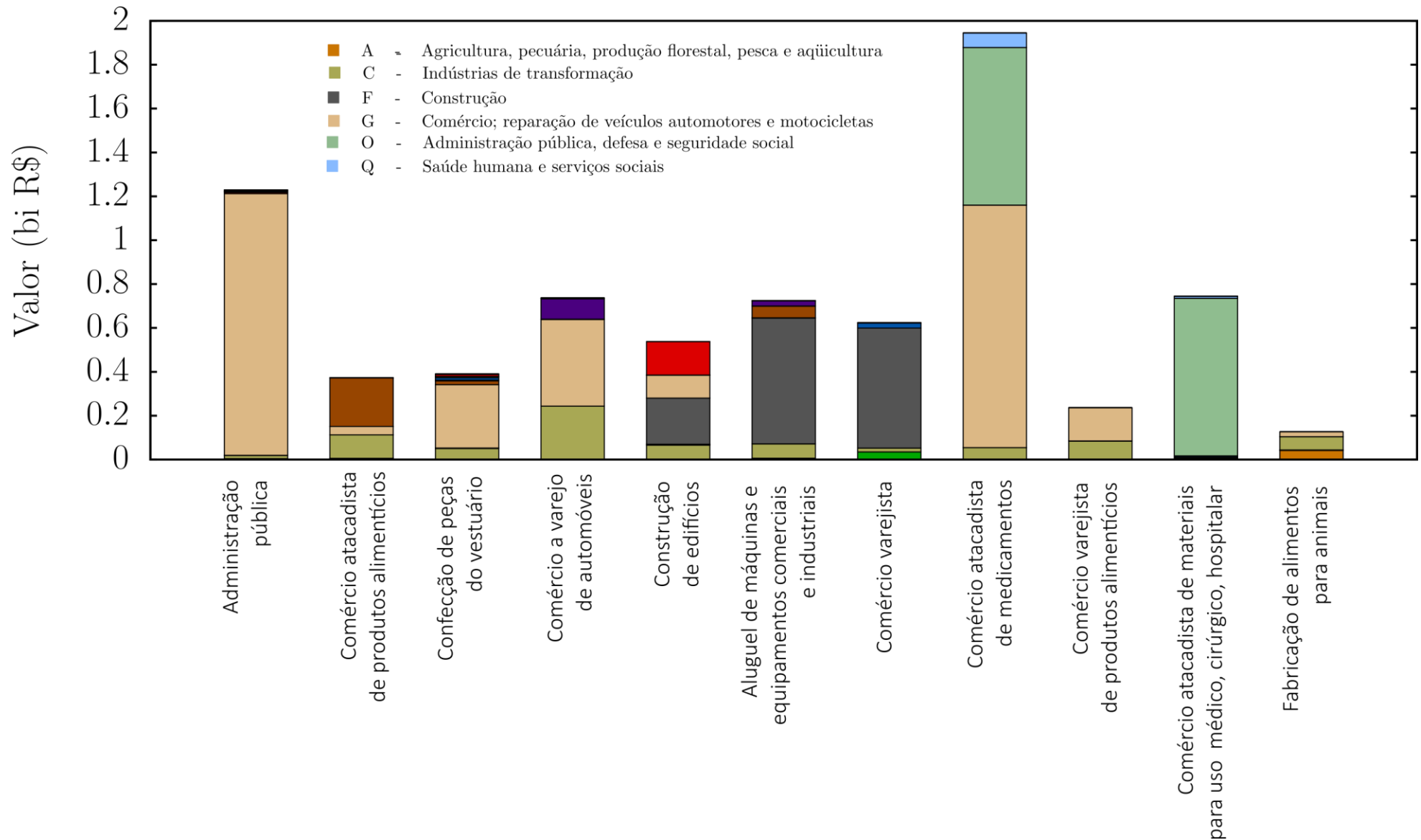
Maximum Spanning Tree



Rede dos CNAEs

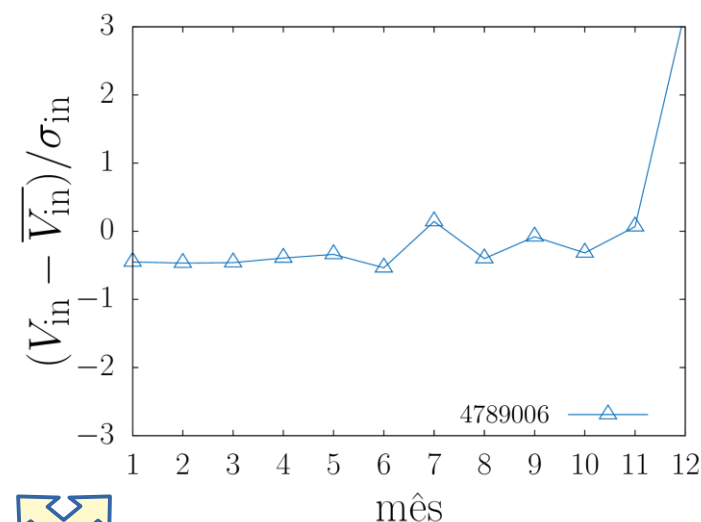
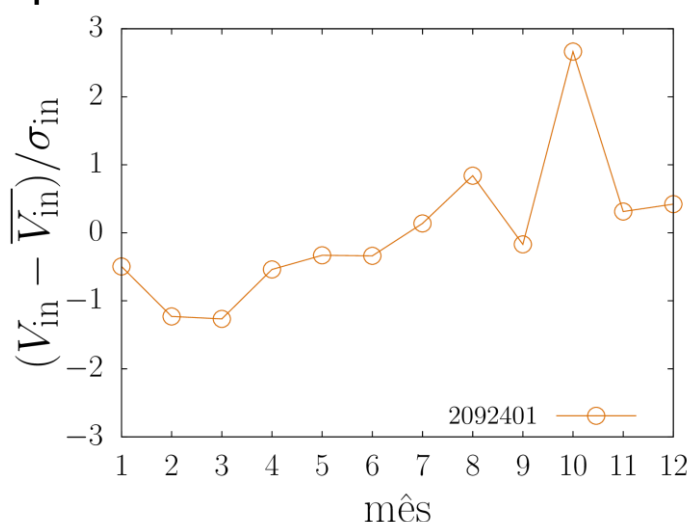
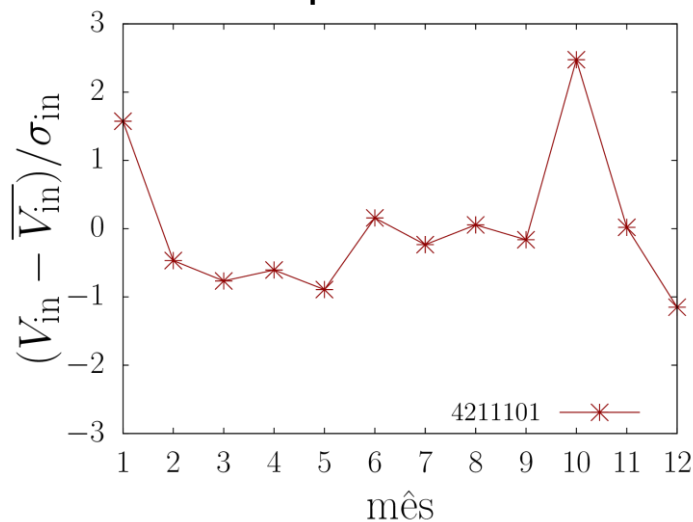


Rede dos CNAEs



Rede das Correlações

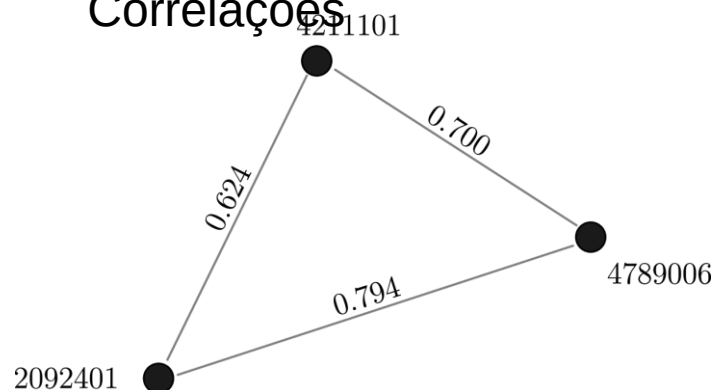
Séries Temporais dos Valores que entraram em um CNAE



$$\rho = 0.177 \rightarrow \rho = 0.794; \quad d = 2$$

$$\rho' = \max_d \frac{\sum_i (V_{in1,i} - \langle V_{in1} \rangle)(V_{in2,i-d} - \langle V_{in2} \rangle)}{\sigma_{in1} \sigma_{in2}}$$

Rede das Correlações



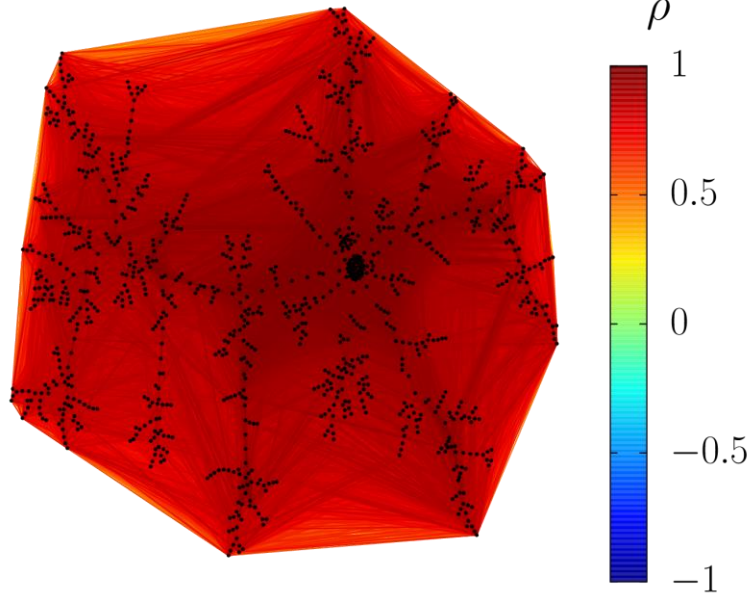
CNAE	Descrição
2092401	Fabricação de pólvoras, explosivos e detonantes
4211101	Construção de rodovias e ferrovias
4789006	Comércio varejista de fogos de artifício e artigos pirotécnicos

Matriz de
adjacência

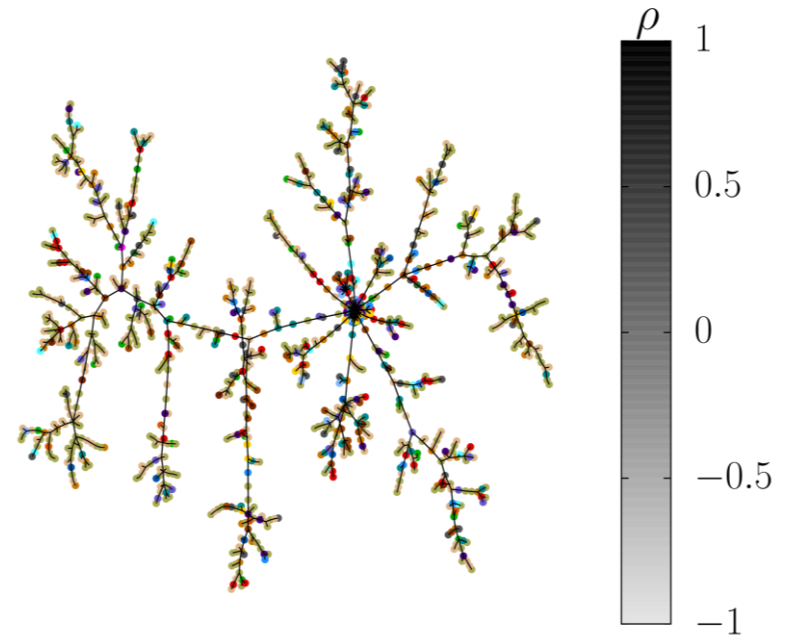
	2092401	4211101	4789006
2092401	1.000	0.624	0.794
4211101	0.624	1.000	0.700
4789006	0.794	0.700	1.000

Rede das Correlações

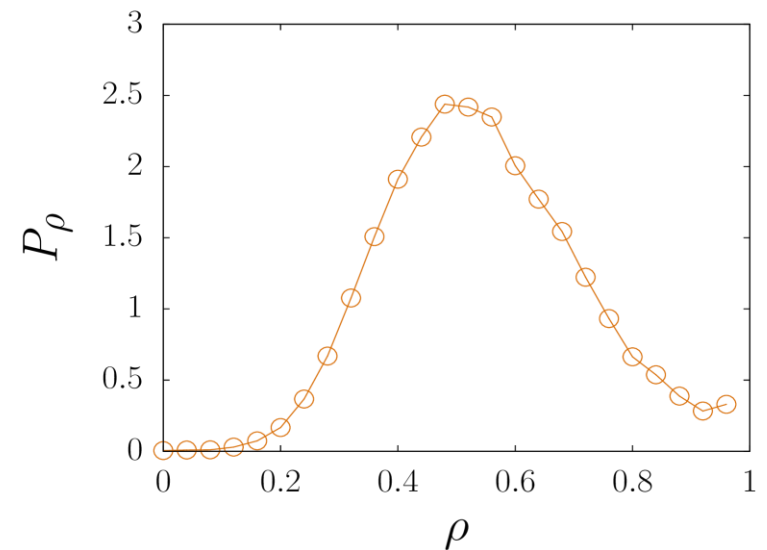
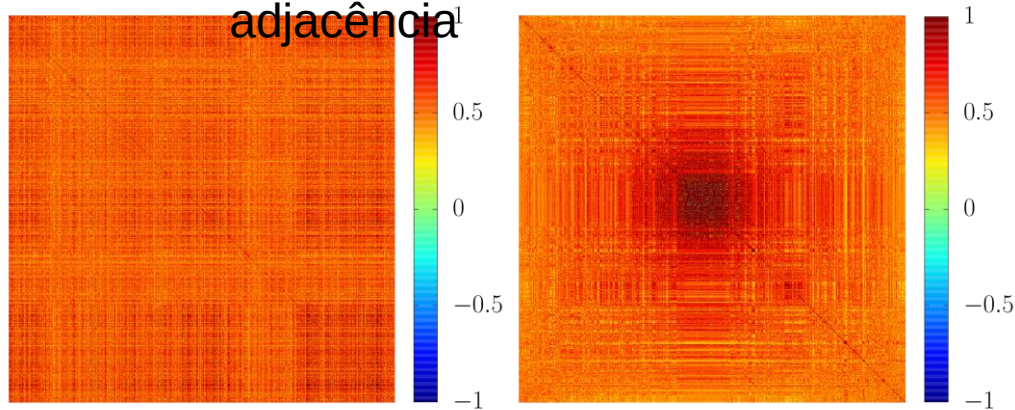
Rede das
Correlações



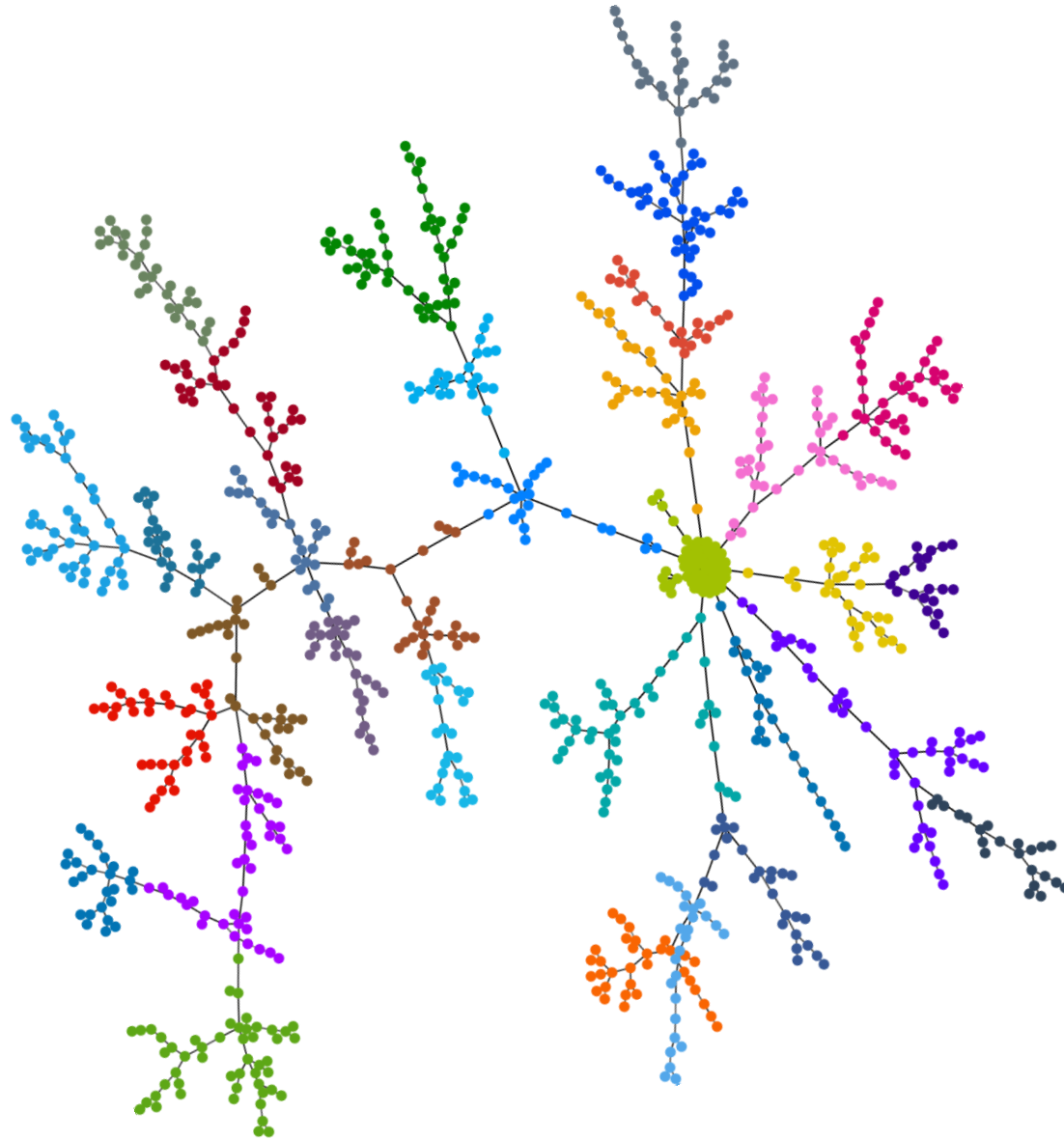
Maximum Spanning Tree



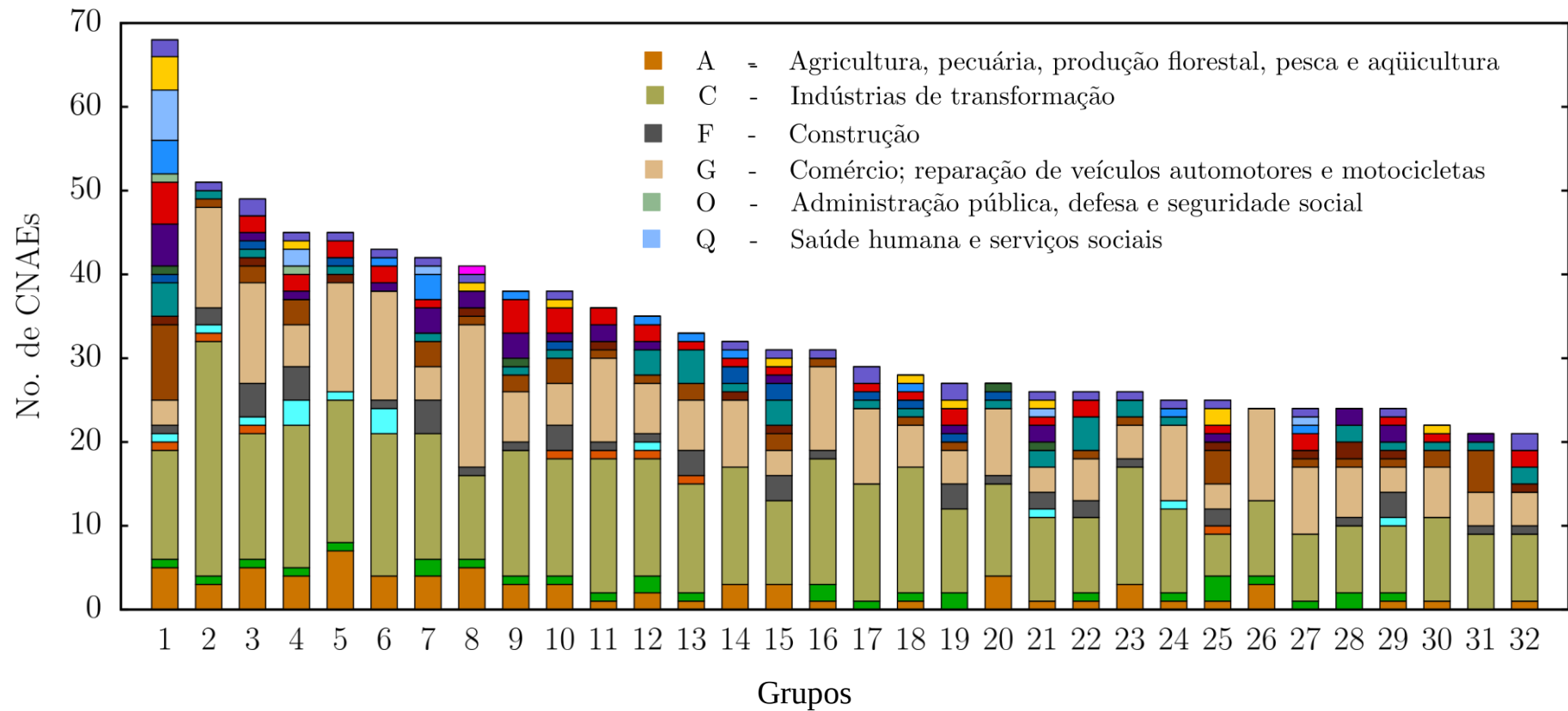
Matriz de
adjacência¹



Rede das Correlações



Rede das Correlações



venda

UF EX

NCM

11.982 linhas

UF

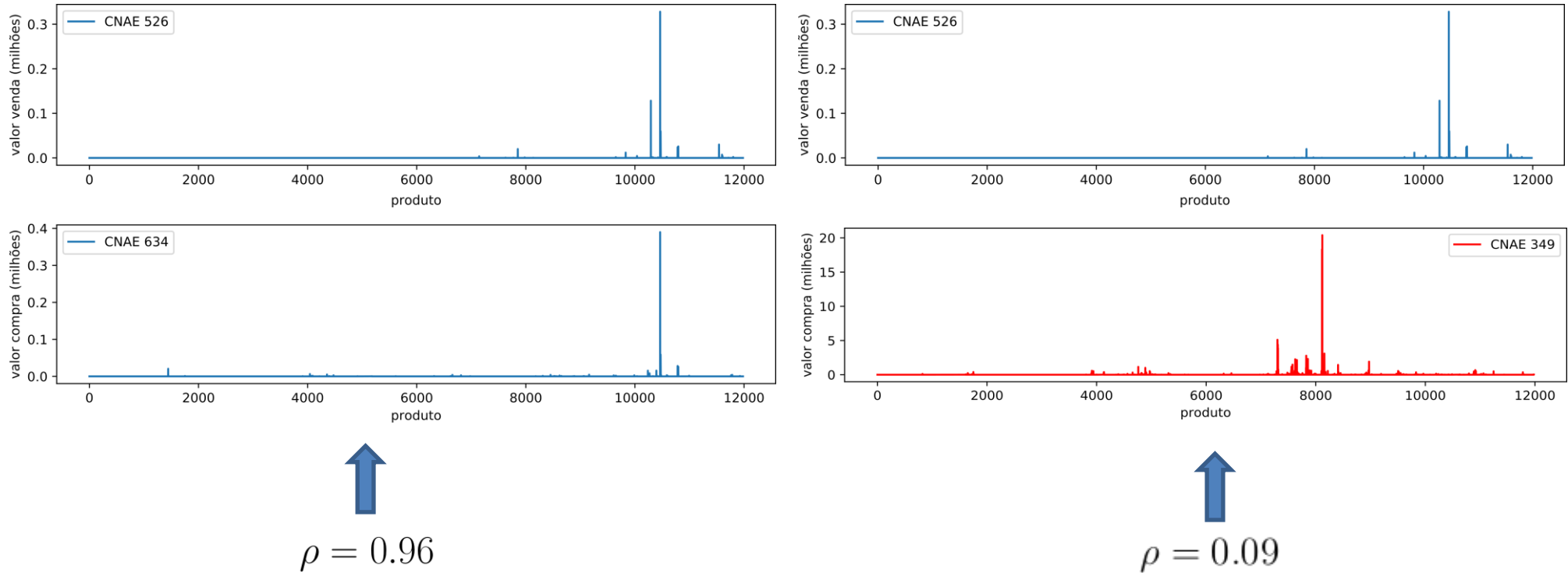
EX UF

Tabela NCM/CNAE

1	A	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	AGN	AGO	ASP	APB	APC	APD	APF	APG	APH	API	APJ	APK	APL	APM	APN	APO	APP	APQ	APR	APS	APT	APU	APV	APW	APX	APY	APZ	ACA	ACC	ACD	ACE	ACF	ACG	ACH	ACI	ACJ	ACK	ACL	ACM	ACN	ACO	ACP	ACQ	ACR	ACS	ACT	ACU	ACV	ACW	ACX	ACY	ACZ	ADA	ADB	ADC	ADD	ADE	ADF	ADG	ADH	ADI	ADJ	ADK	ADL	ADM	ADN	ADO	ADP	ADQ	ADR	ADS	ADT	ADU	ADV	ADW	ADX	ADY	ADZ	AEA	AEB	AEC	AED	AEE	AEF	AEG	AEH	AEI	AEL	AEM	AEN	AEO	AEP	AER	AEU	AEV	AEW	AEX	AEY	AEZ	AFA	AFB	AFD	AFE	AFG	AFH	AFI	AFJ	AFK	AFM	AFN	AFQ	AFR	AFS	AFU	AFV	AFW	AFX	AFY	AFZ	AGA	AGB	AGC	AGD	AGE	AGF	AGG	AGH	AGI	AGJ	AGK	AGL	AGM	AGN	AGO	AGP	AGR	AGS	AGT	AGU	AGV	AGW	AGX	AGY	AGZ	AHA	AHB	AHC	AHD	AHE	AHF	AHG	AHI	AHJ	AHK	AHL	AHM	AHN	AHO	AHP	AHR	AHS	AHT	AHU	AHV	AHW	AHX	AHY	AHZ	AIA	AIB	AIC	AID	AIE	AIF	AIG	AIH	AII	AIJ	AIK	AIL	AIM	AIN	AIO	AIP	AIR	AIS	AIT	AIV	AIW	AIX	AIZ	AJA	AJB	AJC	AJD	AJE	AJF	AJG	AJH	AJI	AJJ	AJK	AJL	AJM	AJN	AJO	AJP	AJR	AJS	AJT	AJU	AJV	AJW	AJX	AJY	AJZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD	AKE	AKF	AKG	AKH	AKI	AKJ	AKK	AKL	AKM	AKN	AKO	AKP	AKQ	AKR	AKS	AKT	AKU	AKV	AKW	AKX	AKY	AKZ	AKA	AKB	AKC	AKD</
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

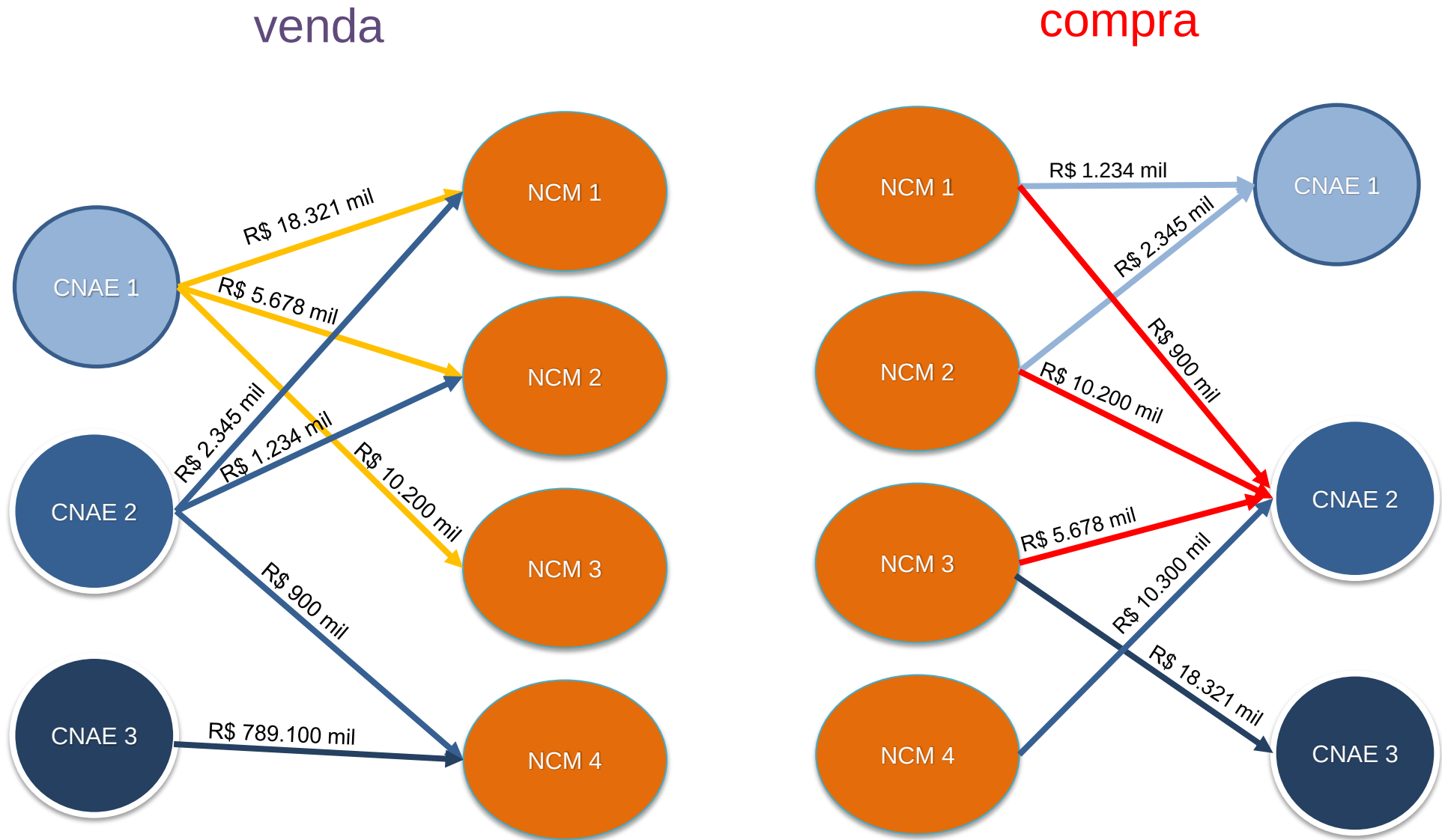
Rede bi-partida CNAE-NCM

Séries de venda e compra de produtos por CNAE



$$\rho_{ij} = \frac{\sum_k (venda_{i,k} - \langle venda_i \rangle)(compra_{j,k} - \langle compra_j \rangle)}{\sigma_i \sigma_j}$$

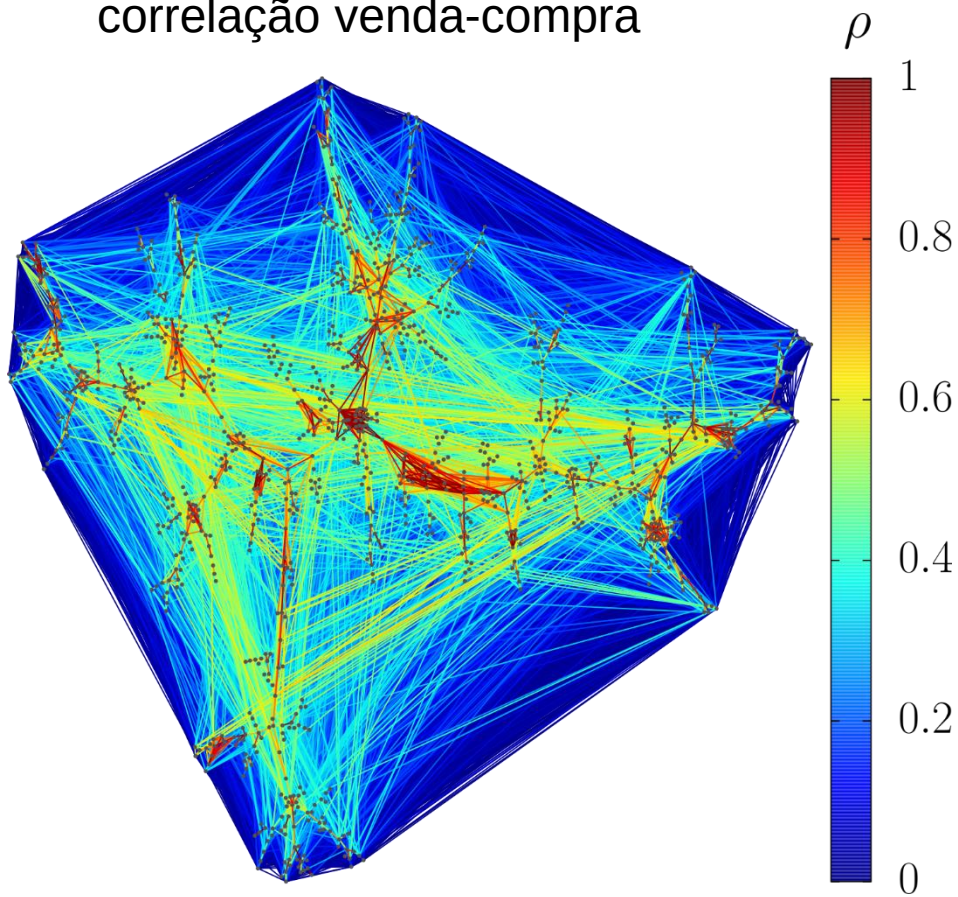
Rede bi-partida CNAE-NCM



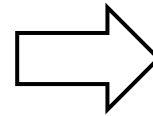
Exemplo de alta correlação venda-compra entre CNAE1 e CNAE2

Rede bi-partida CNAE-NCM

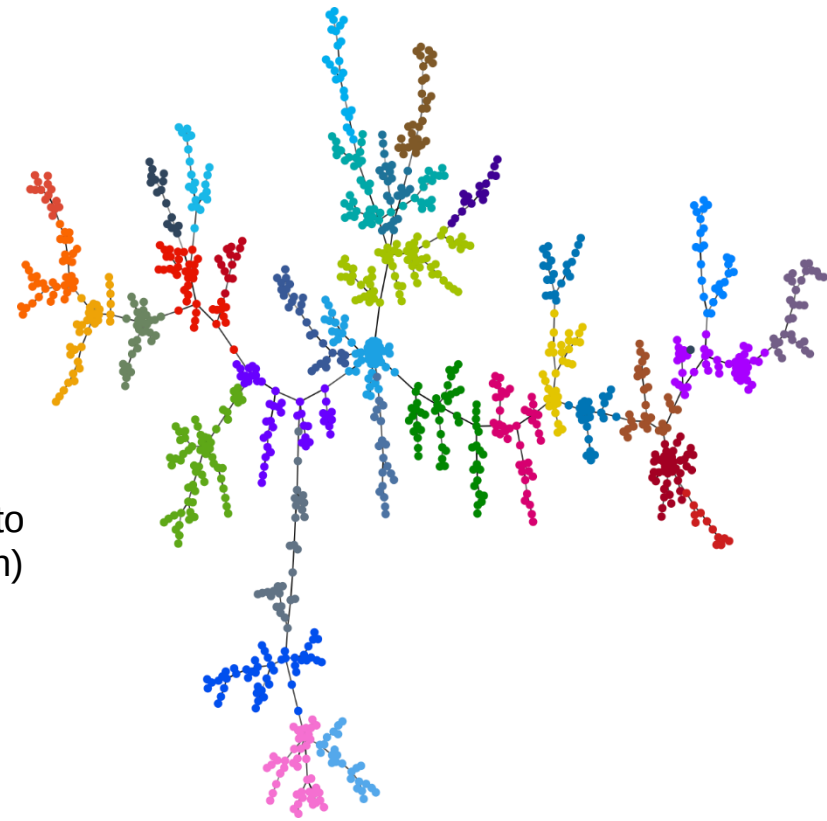
correlação venda-compra



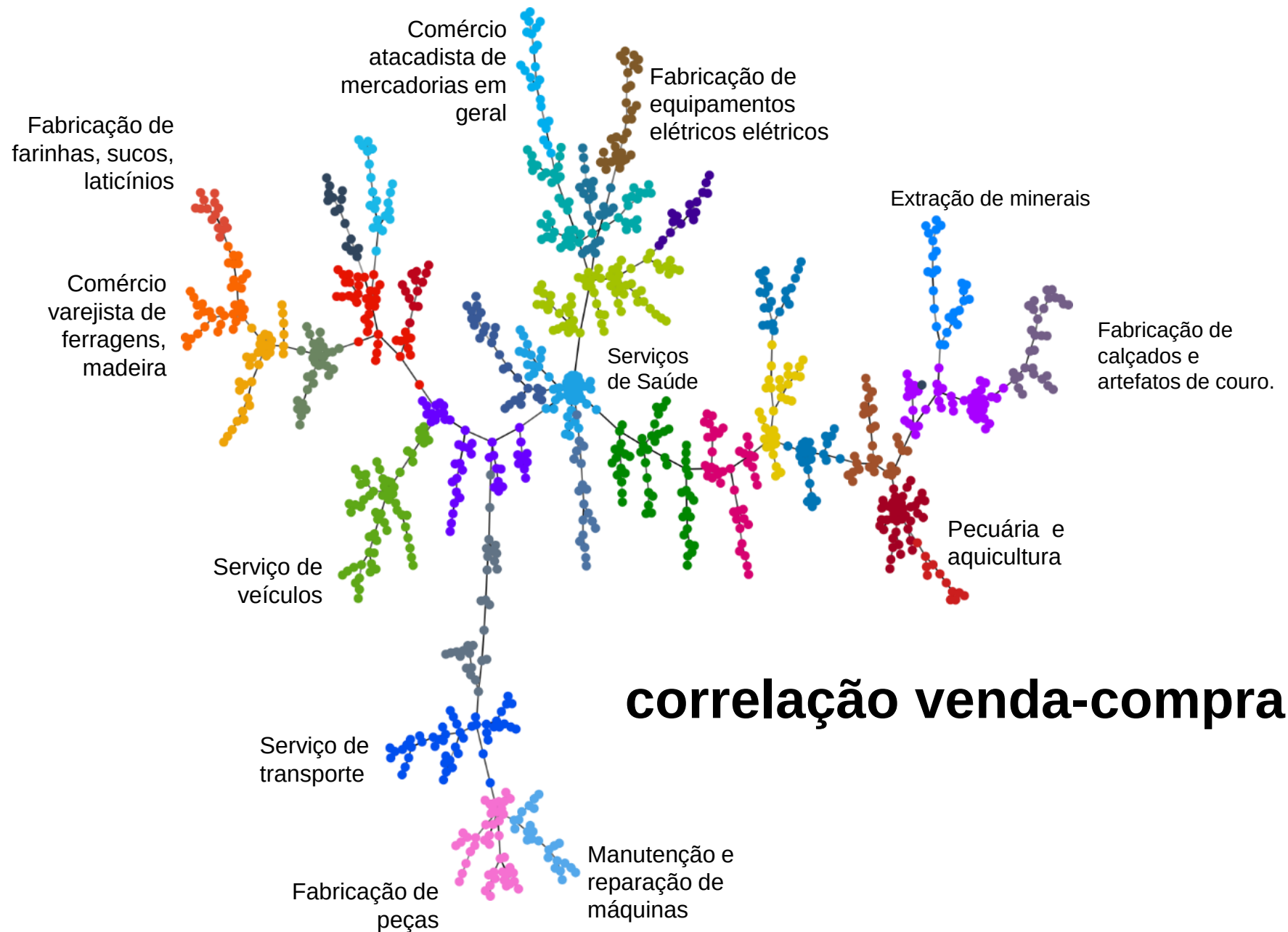
MST



Análise
Agrupamento
(M. Newman)



Rede bi-partida CNAE-NCM



Rede bi-partida CNAE-NCM

