Visualização de dados espaciais em estudos de migração*

Ricardo de Sampaio Dagnino[1]

Álvaro de Oliveira D'Antona[2]

Resumo

O avanço na forma de coleta de dados populacionais a partir da geolocalização dos domicílios e a disseminação de dados em escalas cada vez maiores possibilitam a realização de análises espaciais e demográficas mais detalhadas e complexas. Ao mesmo tempo, à medida que aumenta a possibilidade de espacializar dados demográficos percebe-se uma atenção aos desafios da Big Data na demografia e as formas de visualização de dados começam a ganhar destaque. Este artigo visa refletir sobre as potencialidades de distintas formas de representar e de analisar espacialmente o fenômeno da migração/mobilidade com base em grandes volumes de dados, testando duas técnicas de análise e visualização de dados que vem sendo utilizadas em estudos de migração e mobilidade: diagrama de cordas (circos) e redes. Também realiza um levantamento de artigos publicados sobre migração nos últimos anos na Revista Brasileira de Estudos de População buscando analisar a forma como as informações sobre os movimentos espaciais foram utilizados, avaliando o modo como as matrizes migratórias foram utilizadas. Argumenta-se que conforme se avança em direção ao Big Data, se avança na resolução espacial e, consequentemente, menos adequadas/eficientes fica a convencional matriz migratória e, até mesmo, os mapas.

Palavras-Chave: Migração, Fluxos Migratórios, Métodos de análise

---

* Trabalho apresentado no VII Congresso da Associação Latino-americana de População e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Foz do Iguaçu/SP – Brasil, de 17 a 22 de outubro de 2016

[1] Doutor em Demografia e Mestre em Geografia. Pesquisador de Pós-doutorado em Análises Demográficas Espaciais na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/Unicamp), com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp - 2015/16270-2) vinculada ao Observatório das Migrações em São Paulo. E-mail: ricardo.dagnino@fca.unicamp.br.

[2] Doutor em Ciências Sociais. Professor da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/Unicamp) e do Programa de Pós-graduação de Demografia (IFCH/Unicamp). Pesquisador do Núcleo de Estudos de População "Elza Berquó". E-mail: alvaro.dantona@fca.unicamp.br.

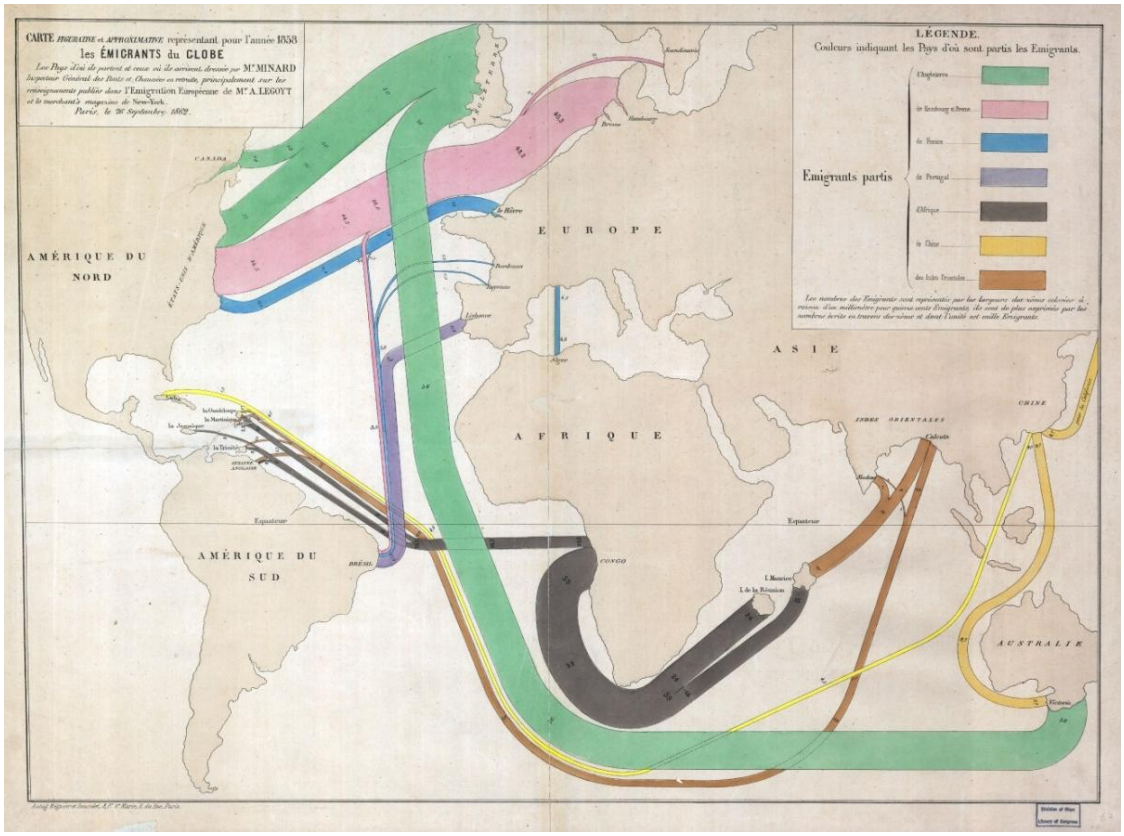
Introdução

A Demografia possui desde os seus primórdios uma tradição espacial (VOSS, 2007) e ela se expressa quando os cientistas sociais exercitam sua consciência do espaço ocupando-se do estudo não só dos motivos que levam aos acontecimentos sociais, mas também do local onde eles ocorrem (WEEKS, 2004).

Dos três fenômenos sociais que constituem a Demografia – fecundidade, mortalidade e migração – este último é o mais explicitamente espacial (ROGERS et al., 2002). A migração se dá justamente pelo deslocamento no espaço, seja através de uma mudança de endereço, residência ou país, temporária ou permanente, dependendo da referência espacial ou temporal que se utilize para defini-la. Nos dias de hoje, dentro de um contexto de transição demográfica, uma parte dos demógrafos se depara com decrescentes taxas de fecundidade e mortalidade enquanto outra se dedica cada vez mais a entender a redistribuição espacial que ganha destaque, tornando-se o fator demográfico mais dinâmico (HOGAN, 2001; HOGAN, 2005). Neste sentido, a mobilidade espacial da população está também intrinsecamente ligada à relação entre população, espaço e ambiente pois: "Onde a população mora, trabalha e se diverte sempre haverá um impacto na natureza – e vice-versa. O fator ambiental não é somente mais um fator a ser incorporado nas explicações da migração, mas um fenômeno que exige novos paradigmas para o seu estudo" (HOGAN, 2001, p. 452).

A representação da 'espacialidade' dos movimentos na forma de mapas ou gráficos é um recurso reconhecido como forma de complementar a utilização de descrições textuais com palavras escritas (GIL; BARLETA, 2015). Os mapas de fluxos de população são utilizados há muitos anos para contornar as dificuldades de visualização que permeiam uma descrição textual dos movimentos, uma tabela de dupla entrada e uma matriz migratória (SANDER et al., 2014a). O conceito de criação de mapas de fluxo, colocando linhas traçadas em cima de um mapa geográfico remonta a mais de 150 anos, com os primeiros mapas de Charles Minard (1862). Na Figura 1, o mapa descreve as origens, destinos e volumes de fluxos migratórios em 1858, onde um milímetro equivale a 1.500 pessoas. Este tipo de representação visual é relativamente eficaz e visualmente atraente pois apresenta um pequeno número de fluxos e, como se pode ver por exemplo em Jakob (2015), ela continua sendo utilizada em estudos migratórios atuais.

Figura 1 – Mapa dos fluxos de migrantes em 1858.



Fonte: Minard (1862)

No entanto, o fenômeno migratório nem sempre é representado ou analisado espacialmente. Fato que pode estar associado a dificuldades analítico-operacionais para a incorporação do espaço na elaboração de estudos sobre migração. A começar pela Matriz Migratória, forma básica de representação e análise, os meios usualmente empregados para dar conta da grande quantidade e complexidade dos dados demográficos restringem os cientistas a operações com um número limitado (restrito) de origens e destinos. Em um extremo, isso 'resulta' em análises regionais (ou por unidades da federação) em que se agregam as unidades referenciais do movimento registrado no censo demográfico (os municípios); de outro, acarreta as análises de recortes com seleções de alguns municípios.

Com a sofisticação das ferramentas computacionais que permitem incorporar centenas ou milhares de origens e destinos, incluindo o uso de fontes de dados geolocalizados (provenientes da telefonia móvel e do Facebook, por exemplo) em lugar dos dados censitários, geralmente defasados no tempo por seu longo intervalo de coleta, abrem-se novas possibilidades para análises e representações espaciais (DE BACKER,

2014). No contexto da Big Data, tornam-se mais evidentes as limitações das matrizes migratórias e, até mesmo, dos mapas de origem e destino, para lidar com o volume de informações e para gerar sínteses.

O presente artigo visa refletir sobre as potencialidades de distintas formas de representar e de analisar espacialmente o fenômeno da migração/mobilidade com base em grandes volumes de dados. O texto resulta de um estudo prospectivo no contexto do Observatório das migrações em São Paulo: migrações internas e internacionais contemporâneas no estado de São Paulo (Fapesp 14/04850-1), coordenado pela Profa. Dra. Rosana Baeninger, e do Projeto de Pós-Doutorado Análises demográficas espaciais para o estado de São Paulo (Fapesp 15/16270-2), realizado pelo Dr. Ricardo Dagnino e supervisionado pelo Prof. Dr. Álvaro D'Antona e que tem como resultado final o Atlas do Observatório das Migrações em São Paulo (DAGNINO; D'ANTONA, 2016). Destacam-se, dentro do âmbito do projeto, a importância do trabalho em equipe nas diferentes etapas de criação, exploração, visualização e disseminação dos dados, seguindo uma rotina proposta por Nybro et al. (2015) que prevê quatro etapas: identificação do público alvo; encontrar o que importa nos dados; construir a visualização; disseminar e compartilhar.

Elaborou-se uma análise empírica comparando duas formas de representação da migração em contraposição ao uso das matrizes migratórias: uma variação do diagrama de cordas; e a rede. Fazendo o uso dos dados do Censo 2010 (IBGE, 2012) foram definidos os municípios como unidade territorial de análise (a origem e o destino do movimento migratório), a menor unidade que se pode apreender a partir do Censo. Assumindo que um maior número de movimentos considerados na análise traz melhores possibilidades para análises estatísticas espaciais e menor distância para o Big Data, tomamos os 5.565 municípios brasileiros para os testes.

Os dados de migração utilizados são provenientes dos dados da Amostra do Censo 2010 (IBGE, 2012) e referem-se ao local de residência na data de referência de 31 de julho de 2005, que em estudos de migração convencionou-se chamar de "data fixa", tratado aqui como local de origem. Neste trabalho serão analisados dois movimentos migratórios: (a) o fluxo intermunicipal envolvendo o estado de São Paulo, a partir dos microdados da amostra arranjados em forma de uma matriz que representa os fluxos de população entre os municípios paulistas segundo a residência na data fixa em direção ao município de residência em 2010 (cujos primeiros 50 municípios da

matriz estão na Figura 2); e (b) os fluxos de população entre a Unidade da Federação (UF) na data fixa em relação à UF de residência em 2010 (Figura 3).

Ao analisarmos os prós e os contras das formas de tratamento/representação da migração, procuramos marcar, nas considerações finais, a necessidade de crescente sofisticação conforme aumenta a resolução espacial dos dados – o que se intensifica no horizonte de possibilidades de uso de milhares/milhões de informações em recortes intramunicipais.

Figura 2 – Matriz migratória de origem e destino dos migrantes internos do estado de São Paulo, em relação à data fixa do Censo 2010, segundo o município (seleção de 50 do total de 645).

	Adamantina	Adolfo	Aguaí	Águas_da_Prata	Águas_de_São_Pedro	Agudos	Alambari	Altinópolis	Alto_Alegre	Alumínio	Álvares_Florence	Álvares_Machado	Álvaro_de_Carvalho	Alvinlândia	Americana	Américo_Brasiliense	Amparo	Andradina	Anhembi	Anhumas	Aparecida_d'Oeste	Apiaí	Araçariguama	Araçatuba	Araçoiaba_da_Serra	Aramina	Arandu	Arapeí	Araraquara	Araras	Arco-Íris	Arealva	Areiópolis	Ariranha	Artur_Nogueira	Arujá	Aspásia	Assis	Atibaia	Auriflama	Avaí	Avanhandava
Adamantina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adolfo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aguaí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Águas_da_Prata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Águas_de_São_Pedro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alambari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altinópolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alto_Alegre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alumínio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Álvares_Florence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Álvares_Machado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Álvaro_de_Carvalho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alvinlândia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Americana	997	0	24	0	0	0	19	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	21	24	29	0	29	0	0	0	0	0	33	29	0	0	0	0	0	0	47	0	17	0	71
Américo_Brasiliense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amparo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andradina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhembi	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0
Anhumas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aparecida_d'Oeste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apiaí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araçariguama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araçatuba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araçoiaba_da_Serra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aramina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arandu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arapeí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araraquara	0	0	0	10	12	0	0	0	0	23	0	0	0	0	28	0	29	591	0	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	86	29	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0
Araras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arco-Íris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arealva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areiópolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ariranha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Artur_Nogueira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arujá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aspásia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atibaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Auriflama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avaí	62	0	0	0	12	0	19	0	0	0	0	0	22	0	0	0	37	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	3	0	0	0	0	24	0	0	0	0
Avanhandava	0	0	0	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avaí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avanhandava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Figura 3 – Matriz migratória de origem e destino dos migrantes internos brasileiros, em relação à data fixa do Censo 2010, segundo a UF.

-	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
RO	0	3387	6686	748	1316	73	375	531	178	884	251	432	694	184	122	1014	1840	2397	841	4189	6018	1372	656	2351	13786	2401	913
AC	5017	0	3514	174	280	9	87	65	8	336	111	44	149	76	20	68	443	95	472	702	348	253	150	221	782	836	487
AM	6145	4079	0	5370	10615	533	238	1909	455	2063	851	507	1309	377	93	682	1028	334	4097	3766	961	672	1052	459	853	1239	1615
RR	685	28	3012	0	1110	42	138	1476	92	612	249	241	271	80	0	130	412	101	351	513	188	127	304	171	189	400	285
PA	2869	440	27504	6607	0	28450	17578	29091	3105	6478	1056	1105	2323	341	471	4171	5143	1688	7137	12379	3650	2577	1660	1285	8738	21585	4401
AP	117	0	679	121	8398	0	115	1375	239	705	395	188	191	0	47	55	422	87	167	612	183	115	100	21	86	285	523
TO	1109	105	178	342	15920	141	0	6966	988	622	125	260	626	138	124	1330	3102	232	547	3350	900	521	468	753	2465	31176	4564
MA	2599	197	4030	4734	62638	3295	19757	0	17734	5000	628	1010	2019	383	131	1935	9730	1007	10840	39323	1577	2024	914	874	14454	43846	19984
PI	357	96	1196	341	4225	337	2459	16493	0	7763	822	752	4265	243	218	3468	3882	575	4414	53570	960	744	708	780	2297	14754	18317
CE	1626	440	2955	885	5515	668	1196	4692	7790	0	8377	4838	9368	1222	782	7509	9321	877	25819	60066	2345	3282	2592	1273	1815	7018	8952
RN	448	57	689	355	820	249	392	391	448	5300	0	9331	3343	666	307	1715	2371	485	5685	11927	519	791	904	564	335	3132	2790
PB	825	71	249	368	965	144	386	1288	646	4534	12536	0	17483	913	777	4081	3417	545	24172	38130	1453	1527	896	566	1604	4591	3356
PE	805	169	1881	672	2800	182	1225	2674	2972	10124	7024	22025	0	15777	3111	17872	7755	1301	14717	87462	2945	3489	1232	2319	3767	5719	3567
AL	436	55	360	102	413	96	757	793	482	1323	1083	1242	15542	0	11237	8141	14428	2709	3861	49775	1789	1518	279	2130	6501	4081	1174
SE	216	7	129	42	483	36	240	305	231	471	413	448	1249	4575	0	11526	2023	795	2754	14765	673	766	321	256	439	817	1163
BA	1895	378	841	361	3337	134	2756	2555	2960	5181	2383	3270	18165	4351	17733	0	38101	39523	27031	215005	6376	7392	2889	2216	3538	37144	20845
MG	3962	598	1494	314	5768	455	3646	2565	1164	3058	1734	1451	3557	1256	724	20627	0	37554	46865	162112	11721	4972	3884	4761	5074	36017	25311
ES	2231	40	244	64	752	56	126	428	305	457	261	301	621	165	225	11010	21605	0	17788	7339	1175	909	698	463	554	1136	1167
RJ	1094	412	5491	568	4527	395	888	3961	2057	12264	9118	16538	9802	2329	3081	13891	45487	22977	0	46379	7915	6941	8408	4431	1477	4625	12252
SP	5936	992	2864	868	7142	563	4211	10758	17555	32773	13421	23652	47977	17266	10672	89695	145402	10902	41101	0	112683	36554	14532	33457	16261	25035	13245
PR	5121	439	1529	489	2142	197	1500	1178	318	1403	608	742	1142	392	397	4661	9407	1299	5086	80398	0	118200	16997	14560	17995	4753	2741
SC	1878	112	480	226	667	105	376	489	251	726	599	515	1053	395	105	1541	3081	539	3703	18132	50047	0	31902	2881	4079	2480	2526
RS	1446	231	1523	373	1537	91	645	764	725	1794	763	888	1751	467	521	3443	3684	922	7545	17425	21853	91953	0	3843	5949	3031	4095
MS	2210	350	303	358	855	91	472	397	283	382	640	825	490	268	215	1317	3528	566	3341	23327	14651	4093	2887	0	13410	4572	1076
MT	13876	756	1608	324	8295	232	2921	2179	835	691	422	521	838	765	379	2199	4733	840	1728	15134	15957	6171	3780	13777	0	20696	2132
GO	2553	208	820	386	9263	217	18829	5430	3311	2182	1380	1382	1394	341	307	8336	22402	621	2519	14741	2716	2110	1834	3794	16087	0	32941
DF	409	232	1191	363	2222	235	4391	6929	8482	5246	2478	3720	2876	621	1239	8809	13772	1869	7831	10792	2578	2270	2566	766	1421	82564	0

Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Formas de análise e visualização das migrações

Embora o uso de formas alternativas de visualização de dados seja frequente em diversas ciências e tenha sofrido avanços nos últimos anos, em estudos de migração as formas de visualização ainda parecem ser muito tradicionais.

Uma visão geral de artigos publicados nos últimos anos (2010-2015) na Revista Brasileira de Estudos de População, publicação da Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP), os quais explicitam migração/mobilidade em seus títulos e/ou palavras-chaves apontou para 18 artigos. Desta análise foram excluídos aqueles artigos que tinham migrantes como sujeitos (estudo da vulnerabilidade, de padrões de casamento, em técnicas de pesquisa) mas que não abordavam a mobilidade/migração, em si, como objeto.

Na avaliação destacam-se dois grandes conjuntos de artigos (Quadro 1): (a) uma porção expressiva de textos com estudos de caso e análises predominantemente qualitativas (artigos sobre migração sem matrizes) e trabalhos exclusivamente teóricos (migração sem números); (b) textos com análises quantitativas e uso de matriz implícita (artigos que sintetizam em formato tabular dados que foram processados em matrizes, porém não tiveram as matrizes publicadas).

Quadro 1 – Artigos sobre migração publicados na Revista Brasileira de Estudos de População entre 2010-2015.

Estudos qualitativos		**Estudos quantitativos**
Migração sem números	Migração sem matriz	Migração com matriz implícita
De Campos e Barbieri (2014)	*Bastos e Salles (2014)*	*Mondardo (2011)*
De Carvalho e Rigotti (2015)	*Brito (2013)*	*De Oliveira (2010)*
De Oliveira (2014)	*Teixeira et al. (2011)*	*Lobo e Matos (2011)*
Garcia (2013)	*Vieira Junior e Barroso (2010)*	
Hill e Queiroz (2010)	*Vilela e Sampaio (2015)*	
Rodriguez Javique et al. (2013)	*Pinto (2015)*	
Soares et al. (2012)	*Marandola Jr e Modesto (2012)*	
Marandola Jr e Dal Gallo (2010)		

Fonte: Revista Brasileira de Estudos de População. Elaborado pelos autores.

Apesar de muito diferentes em termos da construção dos textos e do grau de formalização matemática, por exemplo, os artigos abordam a espacialidade do

fenômeno migratório de maneira implícita (subentendida ou ignorada). Como tônica, são feitas reflexões conceituais, mas não são feitas análises espaciais e não são utilizados mapas para situar origens e destinos nos contextos estudados. Exceto pelos trabalhos quantitativos que inseriram mapas para especializarem dados provenientes de matrizes implícitas: Mondardo (2011), Lobo e Matos (2011) e De Oliveira (2010).

Matriz Migratória

A matriz migratória é uma tabela de dupla entrada com os locais de origem posicionados na primeira coluna e os locais de destino na primeira linha e os valores do fluxo nas células. Constitui-se em ferramenta consagrada para apresentação de dados que pode ser útil para consultar ou conferir o valor do fluxo de um determinado destino ou origem. Na matriz, devido a impossibilidade de visualização e interpretação de um grande conjunto de dados (por exemplo, fluxos de população migrante entre todos os 5.565 municípios brasileiros) ela é comumente elaborada utilizando agrupamentos de municípios (como microrregiões, Regiões Metropolitanas ou Unidades da Federação). No intuito de demonstrar essa dificuldade, elaborou-se uma matriz com a migração intermunicipal envolvendo 50 municípios de São Paulo, ordenados por ordem alfabética (Figura 2). Percebe-se a dificuldade de visualização das informações que torna a tarefa de análise e de extração de informações uma tarefa quase impossível. Por outro lado, mesmo matrizes com relativamente poucas variáveis, como a das trocas migratórias entre 27 Unidades da Federação (UFs), tornam-se difíceis de interpretar (Figura 3).

A construção de uma matriz envolvendo os fluxos entre todos os municípios brasileiros é uma tarefa impraticável. Para se ter uma ideia de como seria difícil trabalhar com uma matriz com 5.565 municípios na origem e o mesmo número no destino de forma analógica, como por exemplo impressa em papel e plotada em um painel, deve-se ter em mente que: se ao final da impressão cada célula da matriz tivesse cerca de 1 cm de altura por 3 cm de largura e as páginas impressas não contivessem a numeração das mesmas e, também, não houvesse nenhuma referência ou indexação para auxiliar a montagem do painel final, seriam necessárias cerca de 50 mil folhas de tamanho A4 em posição paisagem, cada uma contendo um fragmento da matriz, e seria necessário um espaço de aproximadamente 55 metros de altura por 160 metros de largura. À título de comparação, deve-se ter em mente que o tamanho médio de um out-

door de propaganda é de 3 metros de altura por 9 de largura ou que um campo de futebol oficial mede cerca de 120 por 90 metros.

Diagrama de cordas ('Circos')

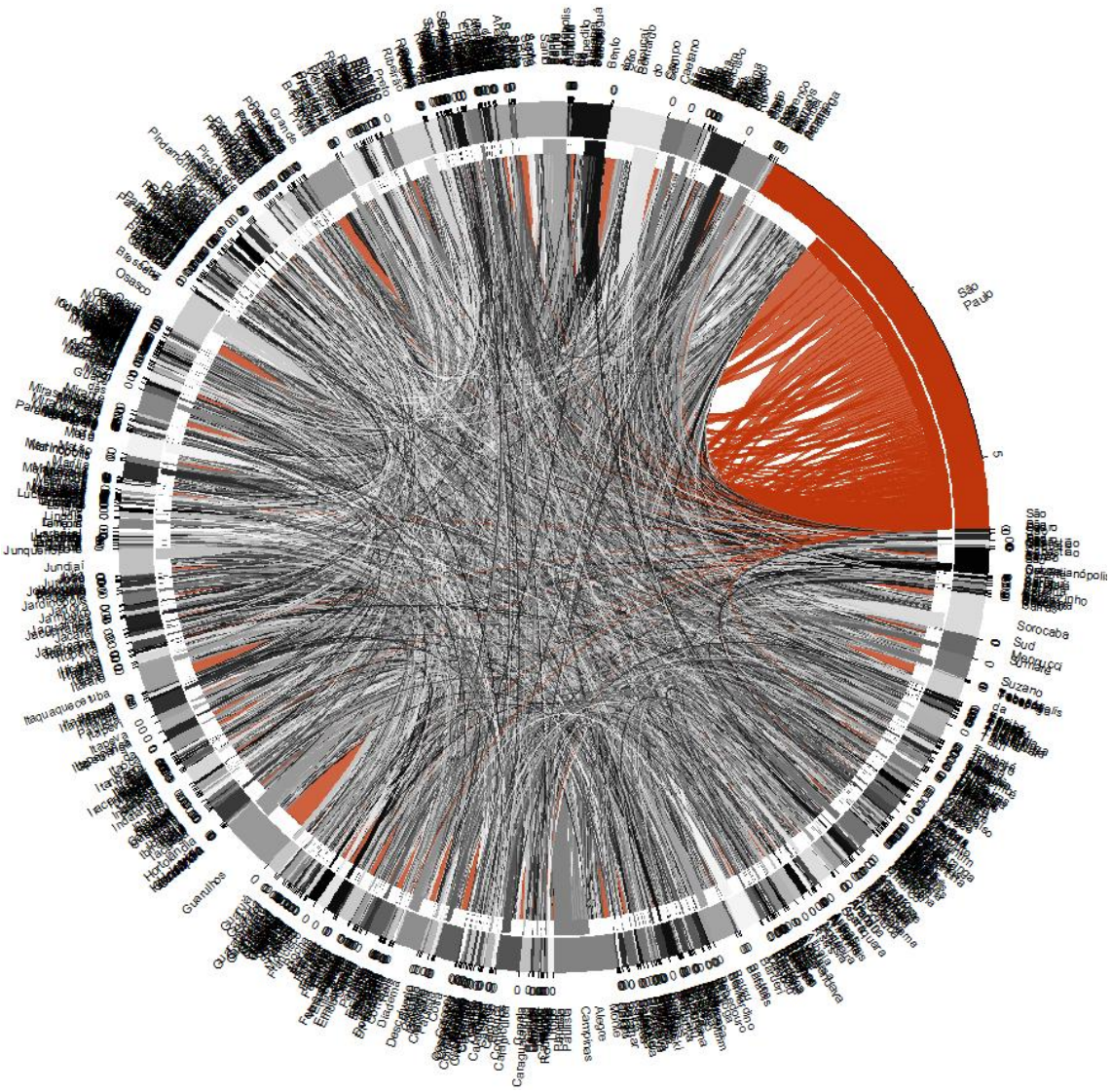
Circos é uma forma tecnicamente inovadora e visualmente muito atrativa de representar as ligações entre objetos. A técnica baseia-se em um diagrama de cordas aperfeiçoado por Martin Krzywinski (2009) em pesquisas sobre genômica. Mais recentemente esta técnica foi adaptada para o uso no software R através do pacote Circlize (GU, 2013; GU et al., 2014) e vem sendo empregada em estudos de migração (SANDER et al., 2014a, 2014b; ABEL; SANDER, 2014; ESTEBAN; LIRA, 2015). A ideia básica do diagrama de cordas é mostrar simultaneamente a conexão entre localidades, cada uma ocupando uma fração dos 360º do círculo, e o tamanho dos fluxos entre elas (Figura 4). No caso das migrações, as origens e os destinos são representados por segmentos do círculo, onde regiões geograficamente próximas estão posicionadas no círculo próximas umas das outras. O volume do fluxo é indicado pela largura do elo de suas bases e pode ser lido usando as marcas de escala no exterior de segmentos do círculo. A direção do fluxo é codificada tanto pela cor da localidade de origem (como se o imigrante levasse suas características de cor em direção ao destino) e pela diferença na ligação do segmento de círculo no destino ("gap" entre a linha de fluxo e o círculo). No caso de localidades com poucas trocas migratórias, em relação ao total das trocas de todas localidades representadas no gráfico, os fluxos/conexões não são desenhados, embora seja mantida a representação do volume de imigrantes e emigrantes da localidade na barra do círculo.

O resultado final é um gráfico com os fluxos de origem (linha/cordas iniciam no círculo externo sem intervalo – "no gap" – e possuem a mesma cor da barra deste) e de destino (existe um vão – "gap" – entre a corda e a barra). A espessura da linha/corda representa o volume de migrantes por 100 mil pessoas, ou seja, na escala da barra do círculo externo um fluxo 5 equivale a 500 mil pessoas.

No caso da Figura 4 foram espacializados os fluxos populacionais entre os 645 municípios do estado de São Paulo entre 2005-2010, fixando-se a cor vermelha para o município de São Paulo e tons de cinza para os demais. Para tanto, foi utilizada a matriz migratória intraestadual completa do estado de São Paulo (645 por 645 municípios), excluindo-se as trocas interestaduais e internacionais. Na figura fica evidente que São

Paulo é o município com maior entrada e saída de população no período, que reflete o grande volume de residentes deste município, e que a saída (em vermelho) supera a entrada (tons de cinza). Diferentemente de um agrupamento das localidades por proximidade geográfica, como será mostrado na Figura 5, nesta visualização a sequência para ordenamento dos municípios ao longo do círculo segue a ordem dos códigos do IBGE, que muitas vezes também é alfabética. Dessa forma municípios fronteiriços e com expressivas trocas de população como São Paulo e Guarulhos ficam em posições opostas; enquanto que São Paulo está localizado na posição das 2 horas do relógio, o Guarulhos está nas 8 horas.

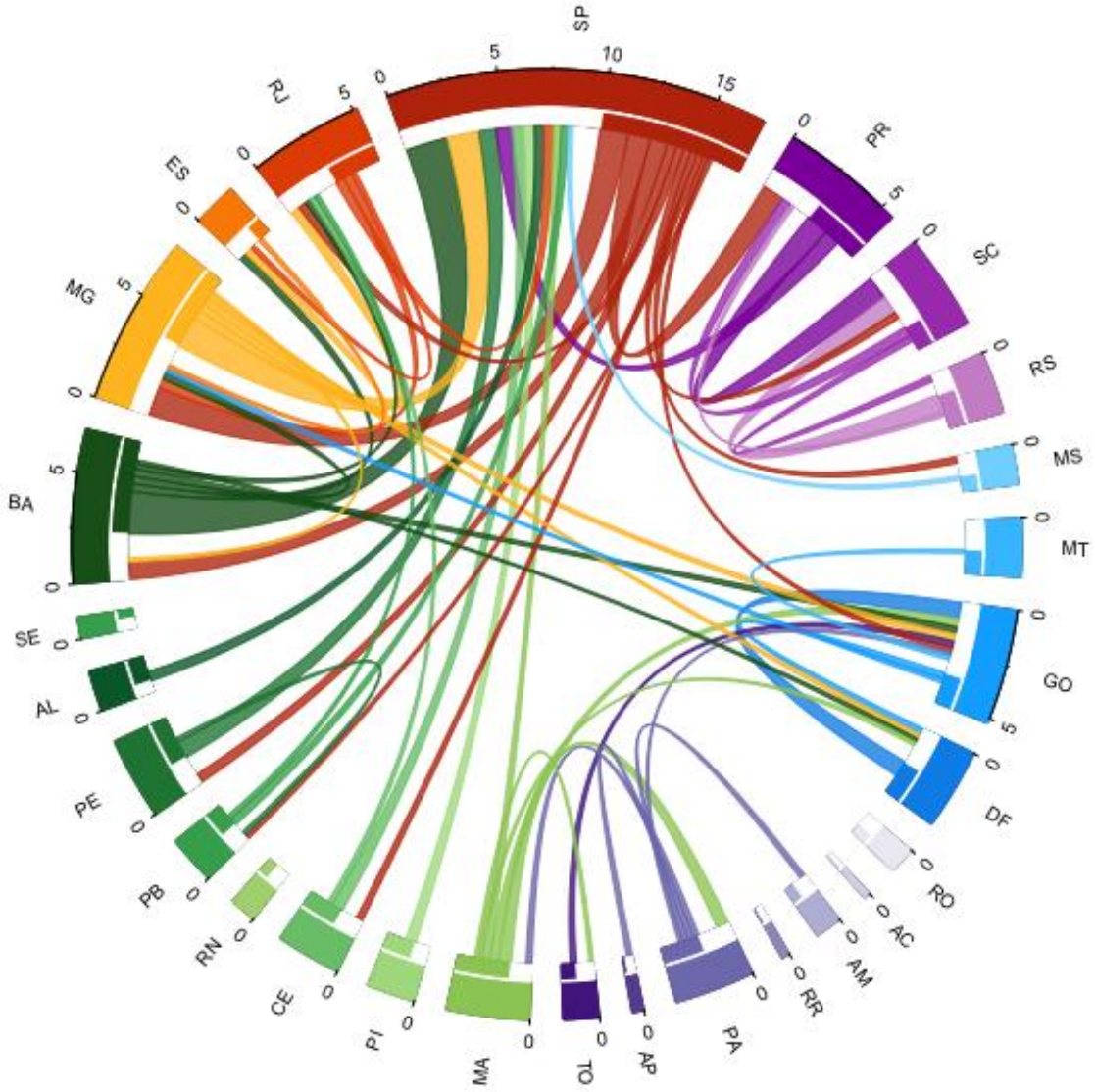
Figura 4 – Diagrama de Cordas (Circos) com origem e destino dos migrantes em 645 municípios do estado de São Paulo, segundo a origem na data fixa e a residência durante o Censo 2010.



Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Na Figura 5 foram agrupados os municípios de origem e destino segundo a Unidade da Federação (UF) à qual pertencem. As cores foram escolhidas para que UFs da mesma região tivessem a mesma cor, porém variando a tonalidade. Desta forma a proximidade das localidades está subentendida com o uso de tons de cores semelhantes para UFs próximas. Entretanto, estados fronteiriços como São Paulo e Mato Grosso do Sul aparecem com cores diferentes e distantes no diagrama pois o primeiro pertence a região Sudeste enquanto o segundo está no Centro-Oeste.

Figura 5 – Diagrama de Cordas (Circos) com origem e destino dos migrantes na data fixa do Censo 2010, segundo a UF de origem na data fixa e a residência durante o Censo 2010.



Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Análise de redes

A análise de rede vem sendo aplicada para o estudo de diversas ordens de relações entre indivíduos, geralmente, comportamentos e interações e oferece um conjunto de ferramentas para análise estatística e para a visualização de dados. A chamada Social Network Analysis (SNA) alcançou grande visibilidade através dos trabalhos do sociólogo Barry Wellman (1979, 1983) e tem sido utilizada em estudos espaciais para capturar a hierarquia das localidades (PNHO, 2012) e em estudos de migração para visualizar origens e destinos da migração intramunicipal (CUNHA, 2014).

A rede é um conjunto de unidades (nós; "nodes") conectados por uma ou mais relações ("edges"). Dependendo da análise, o nó pode representar uma pessoa, um grupo, uma organização ou objeto, por exemplo. A relação pode ser uma troca, amizade, contato, conselho, dentre outros aspectos considerados como forma de interação/conexão entre os nós.

Pela ênfase nas relações e não nos atributos dos nós, necessariamente, a análise de rede requer uma mudança de perspectiva em relação a outras abordagens das ciências sociais. Qual o potencial de uso dos nós e relações, em rede, nos estudos populacionais? Dois aspectos (ou potenciais usos) do ferramental das redes são aqui analisados em relação aos estudos de migração: a) para a apresentação/visualização de fluxos; b) para a mensuração de características da rede (conjunto dos municípios na matriz migratória) e de alguns de seus nós (alguns municípios).

Para o exercício, foram utilizados os mesmos dados de migração utilizados nos gráficos anteriores através da ferramenta conhecida como Cytoscape utilizada em trabalhos de genômica (SHANNON et al., 2003; FRANZ et al., 2016).

A rede oferece a possibilidade de mapear todo o conjunto das relações e nós, no caso, dos municípios e dos fluxos populacionais entre eles. Em relação a uma matriz em formato tabular, a rede permite, por exemplo, identificar (e medir) a centralidade dos municípios em relação aos fluxos migratórios (suas conexões).

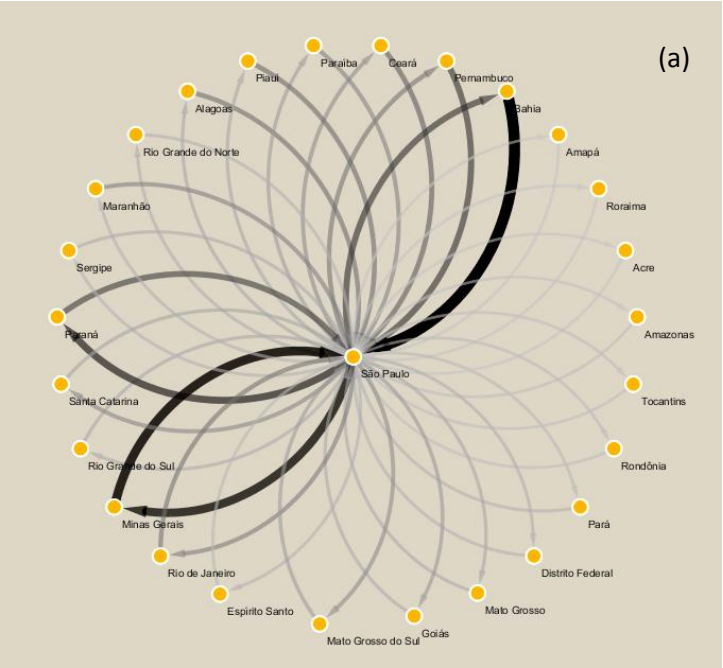
A correspondência da organização dos dados entre a rede e a matriz migratória é imediata. A rede pode ser vista como uma forma de representação de uma matriz: os nós são os municípios e estão listados nas linhas e nas colunas; e as relações são os volumes dos fluxos entre os municípios, isto é, as células da matriz.

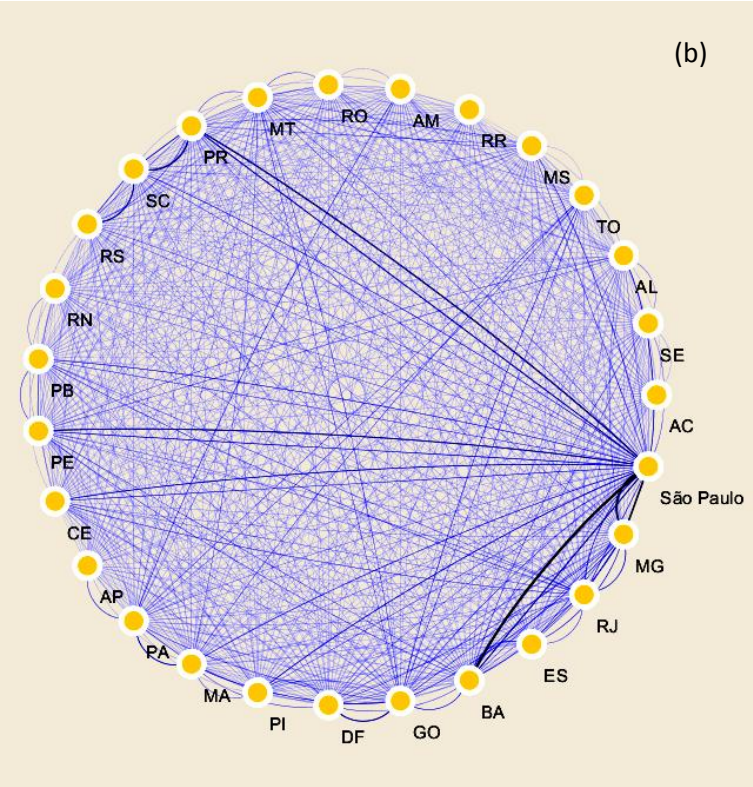
O gráfico de redes se revela visualmente útil quando o conjunto de nós é relativamente pequeno, como os fluxos entre São Paulo e as demais 26 UF (Figura 6a). Neste caso, os fluxos e atributos dos nós podem ser identificados e facilmente representados, o que representa uma grande vantagem em relação à matriz migratória. A automatização com uso do Cytoscape facilita a escolha e alterações de configurações de cores e padrões. No caso considerado, o uso para visualização de partes da rede é altamente recomendável.

A visualização se torna mais difícil conforme aumenta o número de nós, ou a relação entre eles, como o caso das trocas de população entre 27 UFs analisadas em conjunto (Figura 6b). Contudo, a grande variedade de formas de representação oferece a possibilidade de minimizar desvantagens e potencializar as vantagens da representação de matrizes complexas como esta gerada para os fluxos migratórios que envolvem todos os municípios de São Paulo em relação a todos os municípios do Brasil.

A representação dos fluxos envolvendo os 5 mil municípios brasileiros em rede (Figura 7) é ainda mais difícil de visualizar. Mesmo assim, esta forma de visualização permite representar em uma página A4 todo o conjunto de municípios e fluxos, algo que é impossível de ser feito com uma matriz migratória deste tamanho, como foi destacado anteriormente. Em relação a representação em rede, ainda que ajustes e configurações de cores, formatos e padrões de organização dos nós possam ser feitos automaticamente e permitam transmitir ideias gerais sobre a matriz, perde-se a capacidade de identificar cada nó e cada relação.

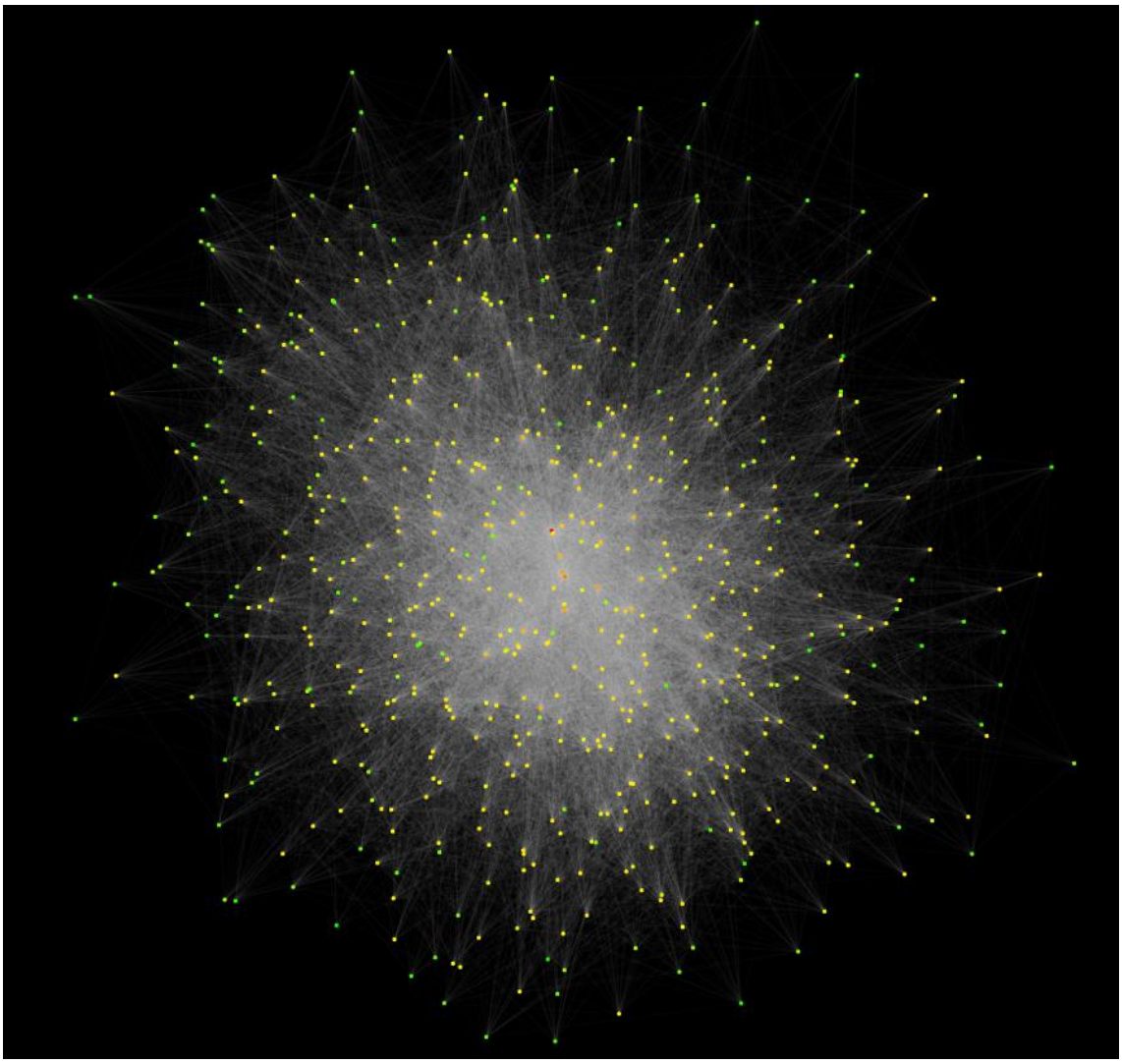
Figura 6 - Duas formas de organizar a rede das migrações entre UF, utilizando Cytoscape: (a) São Paulo está no centro da rede e o volume de população pondera o tom de cor da conexão, os fluxos entre as outras UF não é mostrado; (b) nenhuma UF ganha posição de destaque e são mostrados todos os fluxos, embora os mais significativos estejam em tons mais escuros.





Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Rede das migrações entre São Paulo (nó vermelho no centro da rede) e os demais municípios do Brasil utilizando Cytoscape



Fonte: IBGE (2012). Elaborado pelos autores.

Considerações Finais

Através da apresentação de formas alternativas de visualização de dados, procurou-se mostrar que conforme aumenta a resolução espacial, mais difícil torna-se a representação dos movimentos migratórios e o entendimento de seus motivadores e significados. O maior número de unidades territoriais de análise implica em formas alternativas de visualização (nem mesmo o mapa serve), conforme indicado aqui, e sugerem a necessidade de análises espaciais diferenciadas. Mesmo diagramas de cordas e redes esbarram na limitação do tamanho/resolução da representação em formato estático como as imagens e figuras, da forma de apresentamos neste trabalho. Como alternativa para contornar a dificuldade de visualização estática pode-se utilizar formas dinâmicas baseadas, por exemplo, em JavaScript utilizadas em páginas HyperText Markup Language (HTML), como é o caso do diagrama de cordas dos fluxos migratórios criado por Sander et al. (2014b) e disponível em http://www.global-migration.info, e as formas de representação de redes Cytoscape baseadas em JS, desenvolvidas por Franz et al. (2016) e disponíveis em http://js.cytoscape.org.

Seja qual for o tamanho e a complexidade da base de dados, a grande vantagem de uma análise que vá além da matriz reside na capacidade de captar visualmente informações relevantes e que são impossíveis de serem captadas na tabela. No caso das análises de redes, a capacidade de medir suas propriedades a partir de padrões de relacionamento entre os nós comparando as localidades através de indicadores sintéticos. Por exemplo, a abordagem permite comparar a matriz migratória de uma região à matriz de outra região em determinado censo; permite comparar a matriz migratória de uma região em dois ou mais censos. Reside aqui um campo a ser explorado para que se identifiquem quais tipos de indicadores fazem sentido para o fenômeno da migração.

Em uma primeira aproximação, destacamos algumas medidas simples que podem agregar dimensões aos estudos demográficos. No caso das análises de rede, a densidade ("density") desta é dada pela proporção de relação existentes e as conexões que poderiam existir (dado o número de nós na rede). Oferece uma medida geral da rede onde redes mais densas, com mais relações entre os nós, indicariam uma multiplicidade de fluxos migratórios entre as localidades. À densidade, podem-se associar outras medidas, como a centralização da rede ("network centralisation"), a qual mede em que extensão a rede é dominada por um único nó central (uma determinada localidade para a

qual convergem migrantes de muitos outras, por exemplo). Tal medida compara a centralidade do nó principal com a centralidade dos outros nós da rede, sendo que o grau de centralidade ("degree of centrality") é a medida, nó a nó, do número de conexões com outros nós. Oferece um indicador de ‘importância’ de cada município em relação ao número de municípios com os quais houve fluxo populacional. Considerando sucessivas medidas de centralidade (em vários censos, por exemplo), se pode observar mudanças nas dinâmicas migratórias.

Por fim, cabe destacar que a matriz não permite, por si, perceber os arranjos espaciais (microrregiões) ou a proximidade espacial (vizinhança) entre as localidades. A menos que se organize os dados antes de gerar a matriz ou o diagrama de cordas, as localidades estarão ordenadas em função do código ou nome da localidade, ou outra variável de entrada (como as delimitações regionais), mas sempre dependendo da variável de entrada na matriz. Porém, com a análise de redes a ordem das localidades ficará embaralhada e estas serão rearranjadas segundo um espaço não euclidiano, um espaço das relações de trocas populacionais.

Referências

ABEL, G.; SANDER, N. Quantifying Global International Migration Flows. **Science**, 343(6178), 2014.

BASTOS, S.; SALLES, M. A imigração polonesa para São Paulo no pós-Segunda Guerra Mundial no quadro das entradas dos "deslocados de guerra": 1947 a 1951. **R. bras. Est. Pop.**, v. 31, n. 1, p. 151-168, 2014.

BRITO, F. A politização das migrações internacionais: Direitos humanos e soberania nacional. **R. bras. Est. Pop.**, v. 30, n. 1, p. 77-97, 2013.

CUNHA, T. **Conte Comigo**: A migração abrindo portas: Migração Interna, Redes de Suporte e Vulnerabilidade Social na Região Metropolitana de Campinas. Tese (Doutorado em Demografia). Universidade Estadual de Campinas. 2014.

DAGNINO, R.; D'ANTONA, A. (ed.). Atlas do Observatório das Migrações em São Paulo. l-UM e NEPO – Unicamp, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/AtlasMigra>.

DE BACKER, O. **Big Data and International Migration**. United Nations Global Pulse, Jun 16, 2014.

DE CAMPOS, M.; BARBIERI, A. Considerações teóricas sobre as migrações de idosos. R. bras. Est. Pop., v. 30, n. 3, p. S69-S84, 2014.

DE CARVALHO, R.; RIGOTTI, J. As migrações nas cidades médias de Minas Gerais e seus impactos no crescimento e na composição por sexo e idade da população no período 1980-2010. **R. bras. Est. Pop.**, v. 32, n. 2, p. 235-256, 2015.

DE OLIVEIRA, A. Tendências recentes da mobilidade espacial da população no Estado do Rio de Janeiro. **R. bras. Est. Pop.**, v. 27, n. 1, p. 89-113, 2010.

DE OLIVEIRA, R. A. D. Referenciais teóricos da migração internacional e a questão da mobilidade espacial dos cortadores de cana. **R. bras. Est. Pop.**, v. 31, n. 2, p. 453-469, 2014.

ESTEBAN, D.; LIRA, J. CIRCOS: una estética de información de genómica comparada aplicada al campo de la migración interna. In: **IX Encontro Nacional sobre Migrações**, Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 2015.

FRANZ, M.; LOPES, C.; HUCK, G.; DONG, Y.; SUMER, O.; BADER, G. Cytoscape.js: a graph theory library for visualisation and analysis. **Bioinformatics**, 32 (2), p. 309-311, 2016.

GARCIA, R. A. Estimativas dos emigrantes internacionais do Brasil entre 1995 e 2000: Uma aplicação do método das razões intercensitárias de sobrevivência. **R. bras. Est. Pop.**, v. 30, n. 1, p. 99-123, 2013.

GIL, T.; BARLETA, L. Formas alternativas de visualização de dados na área de História: algumas notas de pesquisa. **Revista de História**, Brasil, n. 173, p. 427-455, dec. 2015.

GU, Z. **Circlize: circular layout in R**. Comprehensive R Archive Network (CRAN), 2013.

GU, Z. et al. Circlize: implements and enhances circular visualization in R. **Bioinformatics** (Oxford, England), 30(19):2811-2,2014.

HILL, K.; QUEIROZ, B. Adjusting the general growth balance method for migration. **R. bras. Est. Pop.**, v. 27, n. 1, p. 7-20, 2010.

HOGAN, D. Indicadores sócio-demográficos de sustentabilidade. In: HOGAN, D.J.; BAENINGER, R.; CUNHA, J.; CARMO, R. (Org.). **Migração e Ambiente nas Aglomerações Urbanas**. Nepo/Unicamp, Campinas, 2001.

HOGAN, D. J. Mobilidade populacional, sustentabilidade ambiental e vulnerabilidade social. **Rev. bras. estud. popul.**, São Paulo , v. 22, n. 2, p. 323-338, Dec. 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**: Resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, IBGE, 2012.

JAKOB, A. A migração internacional recente na Amazônia brasileira. **REMHU, Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, Brasília, v. 23, n. 45, p. 249-271, 2015.

KRZYWINSKI, M. et al. Circos: an information aesthetic for comparative genomics. **Genome Res**., 19:1639-1645, 2009.

LOBO, C.; MATOS, R. Migrações e a dispersão espacial da população nas Regiões de Influência das principais metrópoles brasileiras. **R. bras. Est. Pop.**, v. 28, n. 1, p. 81-101, 2011.

MARANDOLA JR, E.; DAL GALLO, P. M. Ser migrante: Implicações territoriais e existenciais da migração. **R. bras. Est. Pop.**, v. 27, n. 2, p. 407-424, 2010.

MARANDOLA JR, E.; MODESTO, F. Percepção dos perigos ambientais urbanos e os efeitos de lugar na relação população-ambiente. **R. bras. Est. Pop.**, v. 29, n. 1, p. 7-35, 2012.

MINARD, C. **Les émigrants du Globe**: carte figurative et approximative représentant pour l'année 1858. Paris, 1862. Disponível em: <https://cartographia.wordpress.com/2008/05/12/minard-on-immigration/>. Acesso em 20 de abril de 2016.

MONDARDO, M. L. A dinâmica migratória do Paraná: O caso da região sudoeste ao longo do século XX. **R. bras. Est. Pop.**, v. 28, n. 1, p. 103-131, 2011.

NYBRO, E. et al. Why population researchers should be data visualization experts. In: **Population Association of America 2015 Annual Meeting**, San Diego, 2015.

PINHO, C. **Análise das redes de localidades ribeirinhas Amazônicas no tecido urbano estendido**: uma contribuição metodológica. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

PINTO, N. C. P. O impacto da crise econômica Espanhola na mão de obra imigrante. **R. bras. Est. Pop.**, v. 32, n. 1, p. 7-23, 2015.

RODRIGUEZ JAVIQUE, D. et al. Efectos de la migración sobre el crecimiento poblacional a largo plazo de las provincias cubanas. **R. bras. Est. Pop.**, v. 30, n. 2, p. 429-444, 2013.

ROGERS, A. et al. Describing migration spatial structure. **Papers in Regional Science,** v. 81, n. 1, p. 29-48, 2002.

SANDER, N. et al. Visualising migration flow data with circular plots. **VID Working paper 02/14**. Vienna Institute of Demography, Austria, 2014a.

SANDER, N.; ABEL, G.; BAUER, R. **The Global flow of people**. 2014b. Disponível em: <http://www.global-migration.info>. Acesso em 10 de maio de 2016.

SHANNON, P. et al. Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. **Genome Research**, Nov; 13(11):2498-504, 2003.

SOARES, W.; FAZITO, D.; FARIA, S. D. Do método para estimar o tamanho médio das redes pessoais e o tamanho de populações difíceis de contar. **R. bras. Est. Pop.**, v. 29, n. 1, p. 101-115, 2012.

TEIXEIRA, P.; BRASIL, M.; DA SILVA, E. M. Demografia de um povo indígena da amazônia brasileira: Os sateré-mawé. **R. bras. Est. Pop.**, v. 28, n. 2, p. 429-448, 2011.

VIEIRA JUNIOR, A. O.; BARROSO, D. S. Histórias de "movimentos": Embarcações e população Portuguesas na Amazônia joanina. **R. bras. Est. Pop.**, v. 27, n. 1, p. 193-210, 2010.

VILELA, E. M.; SAMPAIO, D. P. Um olhar sobre as autorizações de permanência a estrangeiros no Brasil, entre 2005 e 2011. **R. bras. Est. Pop.**, v. 32, n. 1, p. 25-48, 2015.

VOSS, P.R. Demography as a spatial social science. **Popul. Res. Policy Rev.**26: p. 457–476. 2007.

WEEKS, J. The Role of Spatial Analysis in Demographic Research. In: GOODCHILD, M.; JANELLE, D. (Ed.). **Spatially Integrated Social Science**. New York: Oxford University Press, 2004.

WELLMAN, B. Network analysis: some basic principles. **Sociological Theory**, Vol. 1, pp. 155-200, 1983.

WELLMAN, B. The Community Question: The Intimate Networks of East Yorkers. **American Journal of Sociology**, Vol. 84, No. 5, pp. 1201-1231, 1979.