

## **SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NOS ESTUDOS DA FRONTEIRA BRASILEIRA<sup>1</sup>**

### **Introdução**

O presente trabalho lança um olhar geográfico sobre a “topologia da zona de fronteira” e discute o papel dos Sistemas de Informações Geográficas e das estruturas de dados na representação do espaço, ao passo que propõe uma forma de transcrição da noção de espaço (e dos entes analíticos correlatos) para o ambiente computacional, a fim de estruturar o uso dos sistemas de informações geográficas para os estudos sobre Limites e Fronteiras Internacionais na América do Sul<sup>2</sup>.

O objetivo geral consiste no desenvolvimento de um modo de inferência espacial com o uso do SIG, à medida que enseja um processo específico de transformação dos dados espaciais e não espaciais em informações geográficas concernentes à matéria de escopo. A proposta se concentra na análise das principais entidades e relações conformadoras do território na zona de fronteira. O estudo visou especificamente à análise do potencial de integração da zona de fronteira com o território dos países vizinhos, via rede urbana brasileira. As redes transfronteiriças foram definidas e analisadas como extensão da rede urbana brasileira, a partir das formas de conectividade, dos fluxos materiais estimados de entrada para o território nacional (e saída), das densidades e dos principais recortes de limites formalmente estabelecidos.

### **Justificativa**

A produção da informação geográfica acerca da zona de fronteira constitui um tema de grande relevância, sendo indispensável ao conhecimento do território nacional. O tema vem sendo abordado em algumas pesquisas, notadamente por trabalhos desenvolvidos no Departamento de Geografia da UFRJ pelo grupo RETIS, com foco sobre a interação de agentes que possuem padrões complexos de comportamento<sup>3</sup>. Desta

---

<sup>1</sup> Luciano de Lima Gonçalves

<sup>2</sup> Linha de pesquisa do Grupo Retis (igeo-UFRJ).

<sup>3</sup> Trata-se da abordagem dos “sistemas complexos evolutivos”, sistemas humanos dinâmicos, que podem ser afetados por escolhas individuais, coletivas e por políticas de intervenção e de controle (MACHADO, 2003).

maneira, o trabalho buscou uma oportunidade para *explorar as potencialidades do instrumental oferecido pelos Sistemas de Informações Geográficas*<sup>4</sup>.

No estudo de sistemas espaciais complexos as potencialidades dos Sistemas de Informações Geográficas ficam bem evidentes. Isto se dá, não apenas pela capacidade de processar e analisar simultaneamente um volume cada vez maior de dados espaciais em diferentes escalas, ou pelo ganho de agilidade e precisão na produção e acesso às informações geográficas. A principal potencialidade dos sistemas de informações geográficas reside na operacionalização de conceitos espaciais. Além das funções de compor e recompor os meios instrumentais de análise - que constituem a centralidade do método - o processamento das informações espaciais poderá auxiliar no reconhecimento de prioridades no que diz respeito ao direcionamento de políticas públicas, sobretudo no âmbito da segurança pública.

Na prática, o SIG enseja a integração de novas formas de incorporação, armazenamento e análise de dados geográficos (espaciais e não espaciais), transformando completamente a produção da informação geográfica, o que abre caminho para um novo modo de inferência espacial. No Brasil, isso se dá mediante um incremento na produção de dados, sobretudo a partir da primeira década do século XXI<sup>5</sup>, que aponta para a ampliação e evolução do conhecimento sobre o território nacional.

### **Os sistemas de informações geográficas e o problema representacional**

Em sentido amplo, os sistemas de informações geográficas derivam da análise conjugada de dados espaciais e não espaciais, o que é teoricamente possível fora do ambiente digital. No entanto, antes de qualquer digressão acerca das noções relacionadas aos Sistemas de Informações Geográficas e às estruturas de dados espaciais, vale saber que, na prática, tanto a viabilidade, quanto a aplicabilidade desses sistemas dependem diretamente da conformação de classes de feições representadas e armazenadas em meio digital, o que só se tornou possível no final do século XX, com a revolução informacional (Lojkine, 1995).

---

<sup>4</sup> O termo grifado corresponde a um dos objetivos compartilhados pelas linhas de pesquisa desenvolvidas pelo grupo Retis. Disponível em : <http://www.retis.igeo.ufjf.br/index.php/conteudo/pesquisa/>, acessado em 23/07/2013.

<sup>5</sup> Como a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE); o Open Geospatial Consortium (OGC) e o projeto SISMAP/IBGE, cuja extensa produção que se encontra disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br>.

O aperfeiçoamento dessas práticas no campo científico-tecnológico fez com que as formas representação e análise do espaço - e do território – tenham sido sensivelmente modificadas (Machado, 1995; 2001), sobretudo a partir das últimas duas décadas. Nesse período, com o advento dos modernos sistemas de informações geográficas, a representação usual do espaço geográfico evolui de formas cartográficas e estáticas (mapas e cartas tradicionais), predominantes até a segunda metade do século XX, para a modelagem das estruturas topológicas, dinâmicas e dotadas de uma forma (dados espaciais com referências geométricas) integrada a um conteúdo (dados não espaciais)<sup>6</sup>. Isso significou uma mudança no paradigma representacional do espaço que enseja a discussão do presente trabalho.

Entretanto, apesar do uso disseminado em pesquisas de diferentes disciplinas, a relevância dos sistemas de informações geográficas na composição do método - mesmo no âmbito da geografia - permanece num estado rarefeito. Na maioria dos trabalhos, o SIG é apresentado como subproduto cartográfico e seu uso se restringe ao *nível de aplicação*<sup>7</sup>, quase sempre executando tarefas técnicas triviais. Essas inconsistências derivam de uma visão superficial que reduz os sistemas de informações geográficas ao *hardware* e ao *software* que os sustentam (CASTRO, 1999), ou seja, aplicativos de mapas, cuja função primordial seria a simulação cartográfica.

Visto dessa maneira, o principal foco dessa problemática se resume à “redução dos conceitos de ‘cada disciplina’ a algoritmos e estruturas de dados” (CÂMARA, 2004 p. 134). Sendo assim, tanto a representação, quanto a análise espacial em ambiente de sistemas de informações geográficas têm sido resumidas à “combinação de um conjunto de dados de entrada através de uma função, produzindo um novo dado de saída” (CÂMARA, 2004, p.94). Essa visão superficial acerca dos sistemas de informações geográficas impõe uma linguagem automática e programada, onde o foco é o algoritmo, cujas inferências são baseadas apenas em silogismos formais. Trata-se da premissa de que todas as informações produzidas no SIG resultam de funções matemáticas definidas em conjuntos de algoritmos específicos. Para muitos autores (CÂMARA, 2004; ARONOF, 1996; XAVIER-DA-SILVA, 2001, entre outros), uma vez aplicadas aos dados de entrada<sup>8</sup>, essas funções conjugadas produzirão a informação geográfica como “saída”.

---

<sup>6</sup> Abrange diferentes tipos de dados alfanuméricos: textuais, numéricos, data, booleanos, etc.

<sup>7</sup> Refiro-me às “soluções”, aplicações orientadas para usuários específicos.

<sup>8</sup> Saída (informação geográfica) = dados de entrada (f.a).

No que se refere aos Sistemas de Informações Geográficas, não basta “oferecer estruturas de dados e algoritmos” (CÂMARA, 2004, p.29), que por si só não são capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço. A representação do espaço em um SIG, no entanto, deve se dar a partir da análise criteriosa que reconheça as principais nuances do processo de transcrição das categorias e dos entes analíticos geográficos para o ambiente computacional, não pela escolha de um modelo inferencial [apriorístico], melhor suportado pelos dados” (idem). Nesse sentido, é primordial que haja uma escolha e uma definição dos entes analíticos adequados aos dados disponíveis, ou seja, os dados utilizados devem oferecer as condições necessárias à conformação de uma topologia, cuja complexidade, por sua vez, deverá corresponder à complexidade dos entes analíticos apresentados conceitualmente. Em um SIG, cada informação geográfica produzida deve ser vista como uma nova totalidade que irá compor e recompor outras totalidades, em um processo contínuo.

### **Metodologia**

Primeiramente, é indispensável que “conceitos e instrumentos de análise apareçam dotados de condições de coerência e de operacionalidade” (SANTOS, 1996, p.10). Essa tarefa, que constitui a “centralidade do método” (idem), supõe o encontro de conceitos tirados da realidade, fertilizados reciprocamente por sua associação obrigatória e tornados capazes de utilização sobre a realidade em movimento. Isso equivale à coerência entre cada conceito e a sua representação.

A proposta se funda em duas concepções não só compatíveis como complementares acerca do espaço (SANTOS 1996). A primeira é a de que ele é produto de um sistema de objetos e um sistema de ações humanas, indissociáveis entre si em um meio técnico-informacional. Vale dizer que, tanto as entidades geográficas, quanto as ações humanas se apresentam de maneira concreta no espaço. A segunda é à noção de espaço (ou espaço-tempo) como “um misto, um híbrido, uma interminável sucessão de formas-conteúdo” (idem, p.25).

Note-se que a própria definição do recorte enseja um novo atributo. Na realidade, qualquer relacionamento possível entre feições, ou entre classes de feições, irá resultar em uma nova [re]classificação. Tudo isso equivale à práxis fundamental anteriormente referida, preconizada por Santos (1996), na qual desde o momento em que a ação humana ocorre, “a forma, o objeto que a acolhe ganha outra significação provinda desse

encontro” (SANTOS, 1996 - p.66). O mesmo ocorre com o evento consequente da ação humana, que recebe novo significado por meio de sua relação com a referida entidade geográfica. Isso denota a premência da topologia na pesquisa geográfica e coloca o SIG como elemento central no método de análise espacial.

A partir dessa noção, as análises consistiram de um conjunto de processos de retroalimentação positiva, com a contínua reformulação geográfica, alfanumérica, geométrica e topológica dos dados. Dentre as técnicas utilizadas destacam-se os operadores espaciais e operadores de rede. Além do uso dos operadores espaciais convencionais (junção, contingência, justaposição, interseção, entre outros), com a conjunção de diferentes malhas de grafos orientados foi possível, por meio de operadores de rede<sup>9</sup>, estimar rotas de entrada (e saída) para o território nacional. O resultado desse processo de composição/recomposição e reatribuição/reclassificação das classes de feições - por exemplo, *densidades*, *redes* e outros recortes espaciais - será novamente incorporado ao subsistema de armazenamento como novo insumo.

### **Levantamento e coleta de dados**

Os dados concernentes às redes analisadas estão dispostos em diferentes escalas de mensuração, de modo que a análise da rede foi dividida em duas etapas, que equivalem à análise das duas redes (rede transfronteiriça e rede urbana brasileira). Quanto às fontes, a maior parte dos dados foi obtida do acervo digital do IBGE, cuja extensa produção se encontra disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br> e <ftp://ftp.ibge.gov.br>.

Os dados alfanuméricos disponíveis para a conformação dos grafos de redes que cruzam o limite nacional (redes transfronteiriças) estão dispostos na escala nominal de mensuração. O tipo de modal é a única variável comum disponível para todos os registros. Os grafos representativos dos diferentes modais viários foram escolhidos a partir de feições que abrangem áreas limítrofes ao território nacional pelos dois lados (hidrografia, rodovia, ferrovia, aeródromos e caminhos carroçáveis).

Os dados alfanuméricos concernentes à rede urbana brasileira, disponíveis nas escalas ordinal e de intervalo apresentam uma lógica origem/destino, representando diferentes aspectos do relacionamento dos centros com suas áreas de influência, no que diz respeito aos fluxos materiais. Os dados disponíveis em *destino transportes coletivos*

---

<sup>9</sup> A consiste na construção de grafos orientados, a partir da conjunção das malhas de transporte (*dataset*). Com o uso do módulo *network analysis*, do software Arcgis 10.2, as rotas foram estimadas como caminhos preferenciais em direção ao centro imediatamente adjacente, situado na faixa de fronteira brasileira.

(IBGE, 2007) se referem ao fluxo regular de linhas que circulam à partir de diferentes modais. Somam-se a esses os dados de transporte aeroviário (Aeros, IBGE) carga e passageiros, atribuindo maior peso a alguns trechos de rede. A partir do *índice de ligações dos municípios* (IBGE, 2007) foi possível agregar o peso da hierarquia da rede urbana brasileira. Os grafos, representativos dos fluxos, foram conformados seguindo essa lógica. Grande parte desses fluxos pode ser medida direta ou indiretamente, permitindo um acompanhamento qualitativo e/ou quantitativo, a partir de diferentes parâmetros.

Note-se, no que concerne aos dados disponíveis, três situações distintas. A primeira se aplica à rede transfronteiriça apresentando um conteúdo em escala nominal. A segunda se refere ao fluxo regular de transportes, cujos conteúdos expressos em diferentes variáveis permitem a mensuração nas escalas nominal (tipo de transporte), ordinal (entre os municípios de origem/destino, frequência) e de intervalo (número de viagens e o tempo expresso em dias, horas e minutos). A terceira se refere ao *índice de ligação entre* os centros e expressa em escala ordinal alguns aspectos da hierarquia da rede urbana brasileira.

### **Faixa de fronteira, zona de fronteira e o espaço topológico**

Objetivamente a área de estudo foi abrangida pelo conjunto de municípios brasileiros que tocam a faixa de fronteira<sup>10</sup>. A dimensão territorial da Faixa de Fronteira abrange aproximadamente 15 mil km de extensão, abriga 6% da população brasileira e compreende 588 municípios, situados em 11 Estados cujas fronteiras internacionais os tornam vizinhos de 10 países. As unidades político-administrativas do Brasil localizadas na Faixa de Fronteira estão sujeitas a regras de segurança nacional, como no tocante a obras públicas de engenharia civil, participação de estrangeiros em propriedades rurais ou empresas nestas áreas, concessões de terras e serviços e auxílio financeiro do governo federal; secundariamente, no tocante a gratificação especial de localidade<sup>11</sup>. Vale dizer que os países fronteiriços ao Brasil também possuem regimes específicos às suas respectivas fronteiras. Entretanto, ao menos até 2009, somente Bolívia e Peru

---

<sup>10</sup> Municípios brasileiros com área total ou parcialmente localizada na Faixa de Fronteira, que é a faixa interna de 150 km de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional. Tais municípios constam em cadastro nacional (Cadastro de Municípios Localizados na Faixa de Fronteira), onde foram classificados como: fronteiriço, parcial ou totalmente na faixa, referências da sede a linha de fronteira e ao limite da faixa interna.

<sup>11</sup> De acordo com a Lei nº 6.634, de 02/05/79, regulamentada pelo Decreto nº 85.064, de 26/08/80

possuem faixa de fronteira estabelecida em suas cartas magnas, ambas indicando uma faixa de 50 km a partir de sua linha de fronteira.

Para Machado, apesar dos efeitos causados pelo limite formal do Estado, o conceito de zona de fronteira aponta para “um espaço de interação, uma paisagem específica, com espaço social transitivo, composto por diferenças oriundas da presença do limite internacional, e por fluxos e interações transfronteiriças” (MACHADO, 2004, p.5). Isso significa que a noção de “zona de fronteira” está relacionada a ideia de espaço topológico, isto é, um determinado recorte que possui interações “horizontais” com o território dos países vizinhos, cuja expressão mais emblemática é a das cidades gêmeas. Para Santos, as relações horizontais são aquelas “cimentadas pela similitude das ações (atividades agrícolas modernas, certas atividades urbanas) ou por sua associação e complementaridade (vida urbana, relações cidade-campo)” (Santos, 1994 p.26).

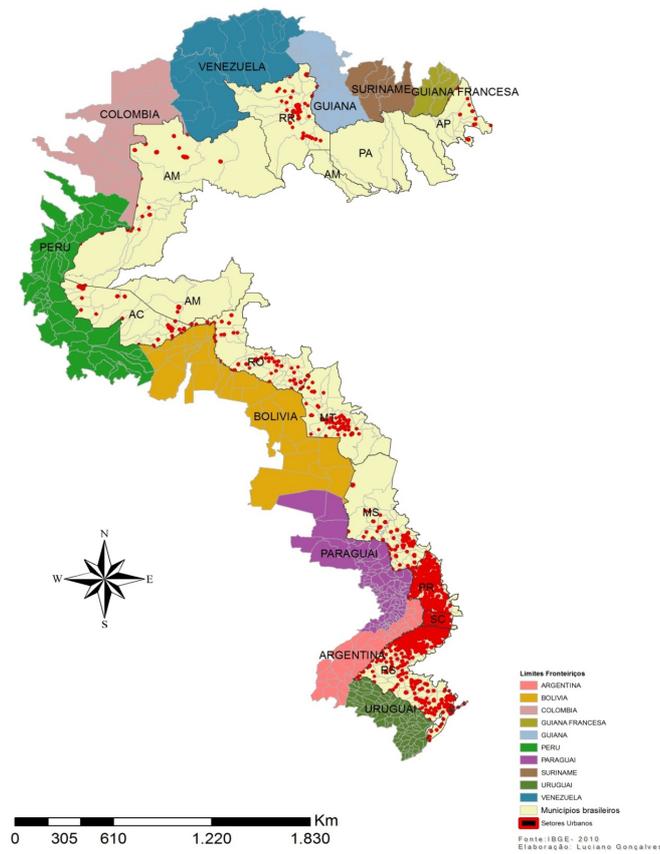
O mapa 1 apresenta um recorte inicial para a área de estudo constituído pelos municípios que tocam a faixa de fronteira e suas respectivas áreas urbanas. Para os limites fronteiriços dos países vizinhos, foram escolhidas as subdivisões distritais - equivalentes em cada país aos municípios brasileiros – que tocam uma faixa de 150 km dos limites com o Brasil. As ligações internas serão representadas pelas áreas integradas à rede urbana brasileira (ligações polo a polo) via setores urbanos.

O mapa 2 apresenta um panorama dos 66 polos de articulação urbana (tabela 1) localizados na faixa de fronteira e suas respectivas ligações com polos fora da faixa em 2010. A escolha dos polos teve como critérios a existência, a regularidade e o volume<sup>12</sup>, segundo dados do IBGE (2010), de ligações (carga e passageiros) em múltiplos modais de transporte (rodoviário, ferroviário, hidroviário e aeroviário).

---

<sup>12</sup> Os dados referentes aos fluxos de carga e passageiros foram obtidos da base de ligações aéreas (IBGE, 2010), os demais modais não possuem essas referências.

**Mapa1: municípios e setores urbanos na faixa de fronteira em 2010**



**Mapa2: Redes e polos de articulação urbanos localizados na faixa de fronteira e suas respectivas ligações com polos fora da faixa em 2010**

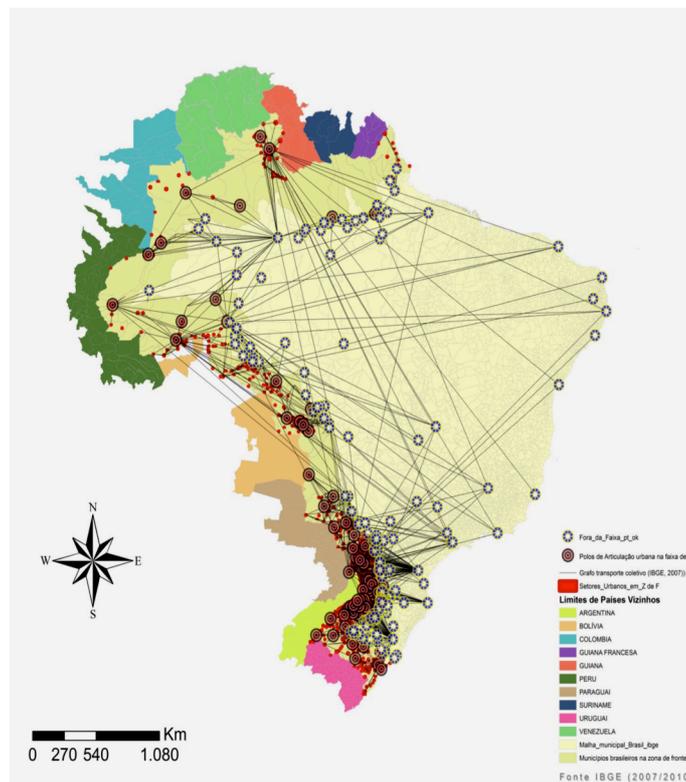


Tabela 1: pólos de articulação urbana na faixa de fronteira

ARCO DE ZF	UF	PIB 2007	PIB 2008	PIB 2009	PIB 2010	PIB 2011	NOME
ARCO NORTE	RO	4361065,512	5066906,445	6606568,141	7520522,029	9492315,295	Porto Velho
ARCO NORTE	RO	923329,519	1114699,142	1187863,684	1415471,915	1422948,717	Vilhena
ARCO NORTE	AC	141777,115	143479,378	157524,555	187639,913	215052,501	Cruzeiro do Sul
ARCO NORTE	AC	57031,503	55876,105	44956,524	52382,912	52455,35	Rio Branco
ARCO NORTE	AM	64885,569	76679,91	77727,922	102777,636	111895,294	Barcelos
ARCO NORTE	AM	166068,377	155600,427	149812,03	177661,013	197436,889	Boca do Acre
ARCO NORTE	AM	174196,532	367686,332	394664,616	284160,344	275672,69	Lábrea
ARCO NORTE	AM	162112,672	186358,206	202145,626	179865,268	192341,601	São Gabriel da Cachoeira
ARCO NORTE	AM	93402,855	96379,866	109403,846	131508,186	144900,197	São Paulo de Olivença
ARCO NORTE	AM	128416,735	147884,908	163087,111	181850,171	205672,233	Tabatinga
ARCO NORTE	RR	52787,11	60780,701	71194,586	84730,259	99351,78	Amajari
ARCO NORTE	RR	62346,05	70107,483	65872,396	89904,131	98989,316	Boa Vista
ARCO NORTE	PA	415443,212	486130,236	346795,655	429724,184	438991,362	Almeirim
ARCO NORTE	PA	654261,448	1170263,187	852133,16	1212212,521	1332624,268	Oriximiná
ARCO SUL	PR	3994537,386	4447739,26	4986468,528	5257016,051	6080635,533	Cascavel
ARCO SUL	PR	6135510,623	6230059,111	6702393,563	6732437,052	7633466,572	Foz do Iguaçu
ARCO SUL	PR	883570,399	973323,115	1174715,215	1309839,016	1409922,906	Francisco Beltrão
ARCO SUL	PR	224445,881	265612,536	289961,637	306884,003	333575,277	Laranjeiras do Sul
ARCO SUL	PR	747192,93	893123,609	890865,971	1052137,645	1163608,805	Marechal Cândido Rondon
ARCO SUL	PR	445185,756	403249,865	416083,881	460025,676	470929,44	Palmas
ARCO SUL	PR	1007763,679	1219237,002	1345200,15	1525542,633	1631873,73	Pato Branco
ARCO SUL	PR	1850646,904	2153805,527	2426709,994	2472030,857	2644406,022	Toledo
ARCO SUL	PR	1003288,423	1083765,659	1251850,356	1380178,039	1558659,943	Umuarama
ARCO SUL	SC	3522637,144	4295182,776	4342688,605	3932029,622	4505579,009	Chapecó
ARCO SUL	SC	1390643,065	1640957,009	1645587,75	1361277,276	1578432,468	Concórdia
ARCO SUL	SC	310991,374	394966,258	400306,106	404504,074	461590,574	Maravilha
ARCO SUL	SC	257106,567	323419,994	397658,06	398904,935	503178,593	Pinhalzinho
ARCO SUL	SC	399592,179	468430,425	515016,375	514479,849	582994,756	São Lourenço do Oeste
ARCO SUL	SC	492416,324	615039,154	593239,556	624165,902	701322,274	São Miguel do Oeste
ARCO SUL	SC	700414,695	882425,618	915540,326	930167,591	1025520,874	Xanxerê
ARCO SUL	RS	856693,871	1104147,427	1133620,491	1247546,432	1215500,563	Alegrete
ARCO SUL	RS	1023342,021	1117882,157	1197237,773	1428994,597	1464443,694	Bagé
ARCO SUL	RS	331730,233	363690,733	389421,096	460257,07	491249,604	Caçapava do Sul
ARCO SUL	RS	872029,487	946895,632	921610,356	1192742,261	1303748,044	Carazinho
ARCO SUL	RS	221497,282	246136,932	273868,588	327058,44	346975,967	Cerro Largo
ARCO SUL	RS	1126213,482	1385251,316	1572866,308	1706474,602	2014624,973	Cruz Alta
ARCO SUL	RS	1692787,83	1890462,006	2105554,196	2439726,701	2700619,243	Erechim
ARCO SUL	RS	390344,295	507892,827	506852,293	569025,375	626559,405	Frederico Westphalen
ARCO SUL	RS	395063,504	529974,585	559643,99	593401,958	653645,175	Ibirubá
ARCO SUL	RS	1231563,083	1378281,189	1523484,437	1817750,132	2050891,757	Ijuí
ARCO SUL	RS	494855,488	515566,346	596140,502	649423,799	761291,831	Palmeira das Missões
ARCO SUL	RS	3169401,875	3500008,011	3885294,545	4550186,84	5422371,77	Pelotas
ARCO SUL	RS	4442147,349	6302581,4	6372569,216	7778545,75	8194551,502	Rio Grande
ARCO SUL	RS	1030711,479	1213831,266	1279007,141	1553668,166	1630474,061	Santa Rosa
ARCO SUL	RS	427806,57	468917,641	494366,197	597582,933	637347,28	Santiago
ARCO SUL	RS	940072,608	1127867,579	1109514,639	1259744,102	1301668,996	Santo Angelo
ARCO SUL	RS	202161,308	217209,368	226719,726	254522,987	300660,978	Santo Augusto
ARCO SUL	RS	847976,37	987003,47	1173802,954	1336788,315	1328569,967	São Borja
ARCO SUL	RS	610906,975	711932,43	805856,15	1187114,759	921164,061	São Gabriel
ARCO SUL	RS	414855,019	455056,858	449376,48	548196,38	579875,187	São Luiz Gonzaga
ARCO SUL	RS	124587,28	141517,875	145333,34	168209,907	181036,36	Tenente Portela
ARCO SUL	RS	378786,644	422322,239	420414,013	454024,978	466665,273	Três de Maio
ARCO SUL	RS	324475,765	321759,687	356951,406	380588,688	414799,104	Três Passos
ARCO SUL	RS	2105458,047	2401137,348	2303824,901	2646845,223	2673843,876	Uruguaiana
ARCO CENTRAL	MS	377222,212	399008,776	453460,174	531517,656	529237,462	Aquidauana
ARCO CENTRAL	MS	157121,248	194260,201	214196,312	240020,899	254385,347	Bonito
ARCO CENTRAL	MS	2056409,255	2846413,477	2716276,797	3248688,271	3602829,508	Corumbá
ARCO CENTRAL	MS	2359939,251	2871802,49	3003962,884	3543860,388	4337946,725	Dourados
ARCO CENTRAL	MS	46145,911	54591,239	56659,464	66127,868	65209,864	Mundo Novo
ARCO CENTRAL	MS	532518,933	603794,672	693085,376	780733,306	925910,444	Navirai
ARCO CENTRAL	MS	627405,758	726284,077	821749,21	968513,718	1176539,721	Ponta Porã
ARCO CENTRAL	MT	210274,751	223858,819	230978,9	292545,775	316895,582	Araputanga
ARCO CENTRAL	MT	713116,077	818101,983	853603,85	930299,128	1007177,977	Cáceres
ARCO CENTRAL	MT	240767,128	285175,188	302042,382	395174,726	475935,66	Mirassol d'Oeste
ARCO CENTRAL	MT	382306,601	464524,183	524260,903	528440,087	598528,828	Pontes e Lacerda
ARCO CENTRAL	MT	966783,505	1135055,843	1316320,267	1304637,452	1581024,849	Tangará da Serra

Fonte: IBGE (2010)

Trata-se aqui da junção de ao menos duas redes, cujos dados estão dispostos em diferentes escalas de mensuração. Por meio da conjugação dessas duas redes é possível compreender alguns aspectos da permeabilidade do território nacional em relação aos países vizinhos. A primeira pode ser chamada de rede transfronteiriça e consiste no conjunto das rotas estimadas a partir de técnicas de análise de redes aplicadas sobre as malhas viárias dos diferentes modais de transporte<sup>13</sup>. Ao atravessar o limite territorial do Brasil, essa primeira rede se conecta imediatamente à rede urbana brasileira, cuja atratividade será analisada a partir dos polos de articulação urbana (IBGE, 2010), situados em municípios da zona de fronteira (mapa 2). Segundo Veltz (1996), os polos e redes em movimentos desenham uma geografia complexa e paradoxal, na qual a própria noção de centro e periferia torna-se menos pertinente e as relações em rede, de polo a polo, conformando “malhas horizontais complexas de atividades e de lugares” descrevem essas relações transfronteiriças melhor do que as hierarquias verticais tradicionais.

Os mapas 3, 4 e 5, elaborados especialmente para este trabalho, buscam combinar as feições representativas da permeabilidade nos arcos Norte, Central e Sul. Essas redes encontram um ambiente que favorece o estabelecimento de nódulos de articulação transnacionais (vide imagem 1), particularmente nas cidades situadas na divisa internacional. A posição geográfica de proximidade ao país vizinho é um atributo que confere a essas aglomerações forte potencial para atuarem como nódulos articuladores de redes locais, regionais, nacionais e transnacionais.

Note-se nos exemplos, que ao aplicar um atributo de classe de interatividade ao conjunto de rotas, o mapeamento adquire um novo grau de detalhe. No caminho inverso; a existência de múltiplas conectividades poderá revelar ou indicar a existência de um tipo padrão. Apesar da grande quantidade de informação presente nos mapas, é possível perceber que em ambos os casos o fluxo material de entrada (ou saída) do território nacional percorre um caminho preferencial em direção aos polos de articulação urbana.

O mapa 3 apresenta São Gabriel da Cachoeira, no arco norte, que se conecta aos territórios colombiano e venezuelano em diferentes pontos. Historicamente, a integração

---

<sup>13</sup> É importante deixar claro, que por se tratar de rotas possíveis, a ideia de “terminações” abrange as áreas até de 500 m do último ponto de um determinado modal (ou o ponto, no caso do modal aeroviário)

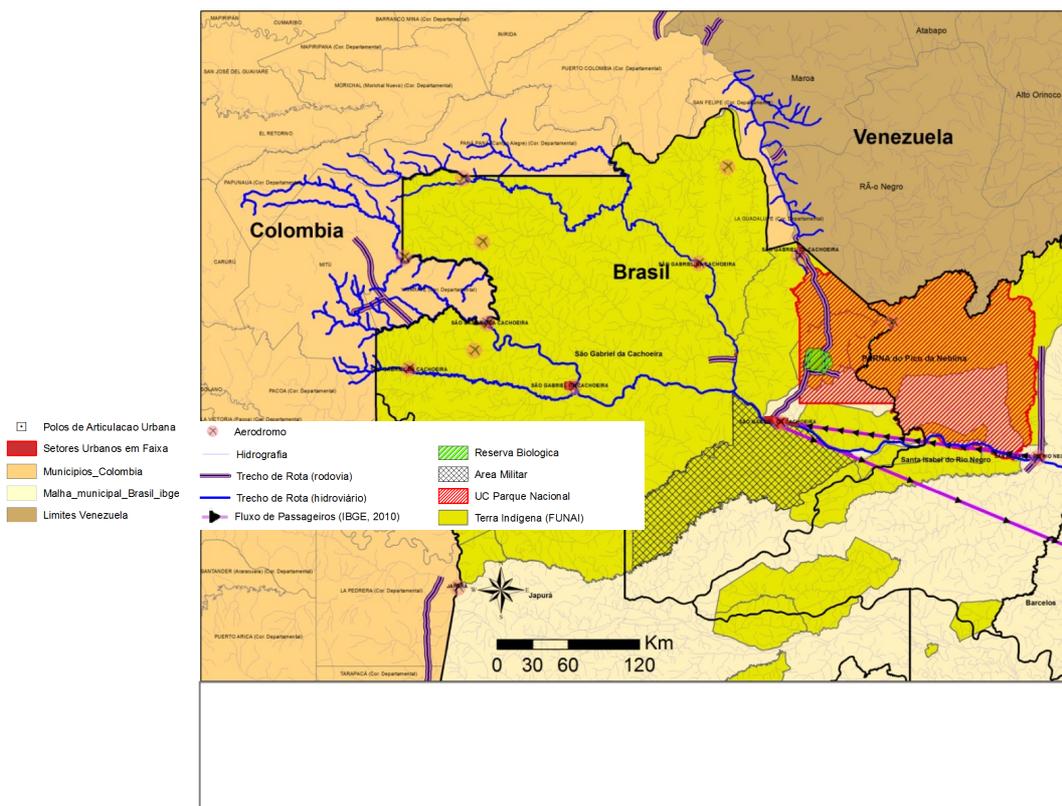
foi constituída por *frentes*<sup>14</sup>. Hoje a área apresenta diferentes recortes territoriais de regime especial como terras indígenas, terras de uso militar, além de diferentes unidades de conservação, como o Parque Nacional do Pico da Neblina. O termo “zona-tampão” passa a ser válido pelo fato de coibir movimentos migratórios não-indígenas e de dar uma cobertura institucional às áreas culturais indígenas, cuja mobilidade transfronteira espontânea é antiga e bastante intensa.

O recorte analisado possui permeabilidade potencial evidente, dada as conexões com diferentes regiões da Colômbia, além de comportar uma tríplice fronteira (Brasil, Colômbia e Venezuela). A rede transfronteiriça na zona tampão de São Gabriel da Cachoeira foi definida em duas partes: pelo o conjunto das rotas Brasil/Colômbia (NO), predominantemente hidroviárias (direção SE); e pela tríplice fronteira (NE do município de São Gabriel da Cachoeira), com a combinação de trajetos nos modais rodoviário e hidroviário intercalados ao longo da fronteira Colômbia/Venezuela (direção Norte/Sul). As duas partes se fundem no aglomerado central (cidade) do município de São Gabriel da Cachoeira, a partir de onde o fluxo de passageiros se integra a rede urbana brasileira e pode aferido dos dados dos grafos de rede do IBGE.

---

<sup>14</sup> “A frente indígena da área conhecida como “cabeça do cachorro”, na fronteira do município de São Gabriel da Cachoeira/AM no Alto Rio Negro (Uaupés- Caquetá) com a Colômbia conviveu com a frente militar do lado brasileiro durante anos, mais tarde substituída pela “marca” indígena e unidade de conservação natural do Alto Rio Negro. Os batalhões de fronteira permanecem na zona, e apesar da grande base militar em São Gabriel, é a FUNAI o órgão governamental com maior penetração” (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2004).

Mapa 3: permeabilidade zona tampão de São Gabriel da Cachoeira (AM).



O mapa 4 trás um exemplo da permeabilidade da zona de fronteira no arco central, onde o território brasileiro se conecta, via rede urbana, a extensas áreas do território boliviano. Essa área apresenta um tipo de conectividade *capilar* pouco desenvolvido. Ligada a um elevado número de aeródromos no território brasileiro, a malha rodoviária relativamente rarefeita é complementada com trechos hidroviários intercalados. A partir de Pimenteiros do Oeste, a rede se liga ao polo de articulação urbana de Vilhena (RO), um dos prováveis núcleos logísticos do tráfico e do contrabando, estando entre os municípios que capitalizaram de forma produtiva seus ganhos.

Mapa 4: permeabilidade arco central: Pimenteiras do Oeste (RO)

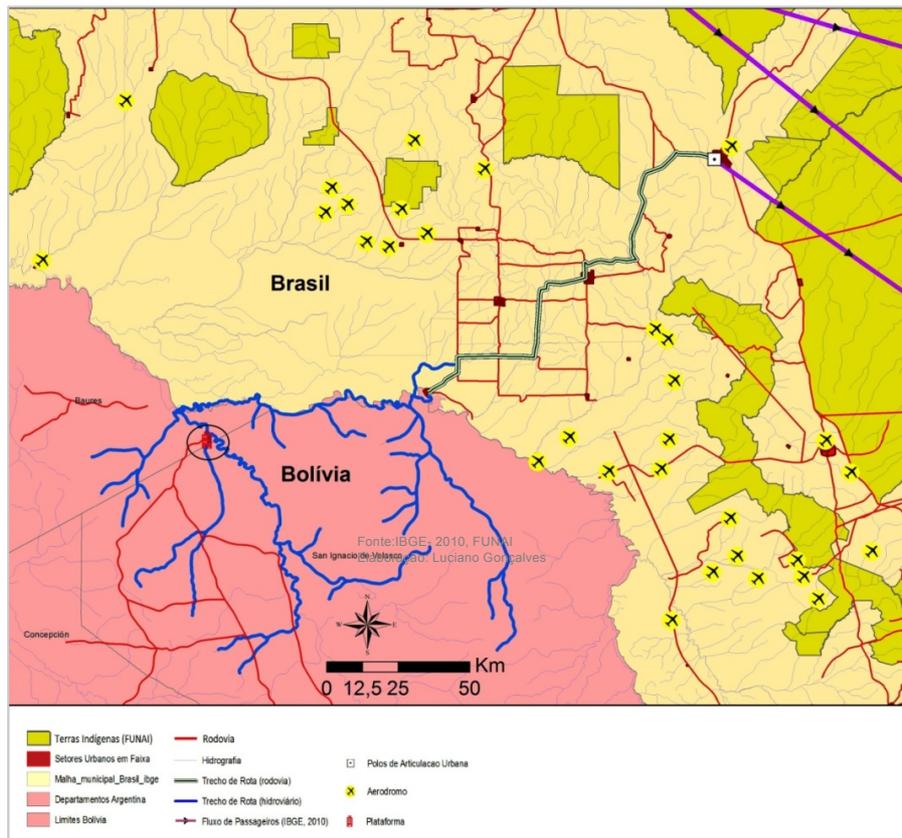
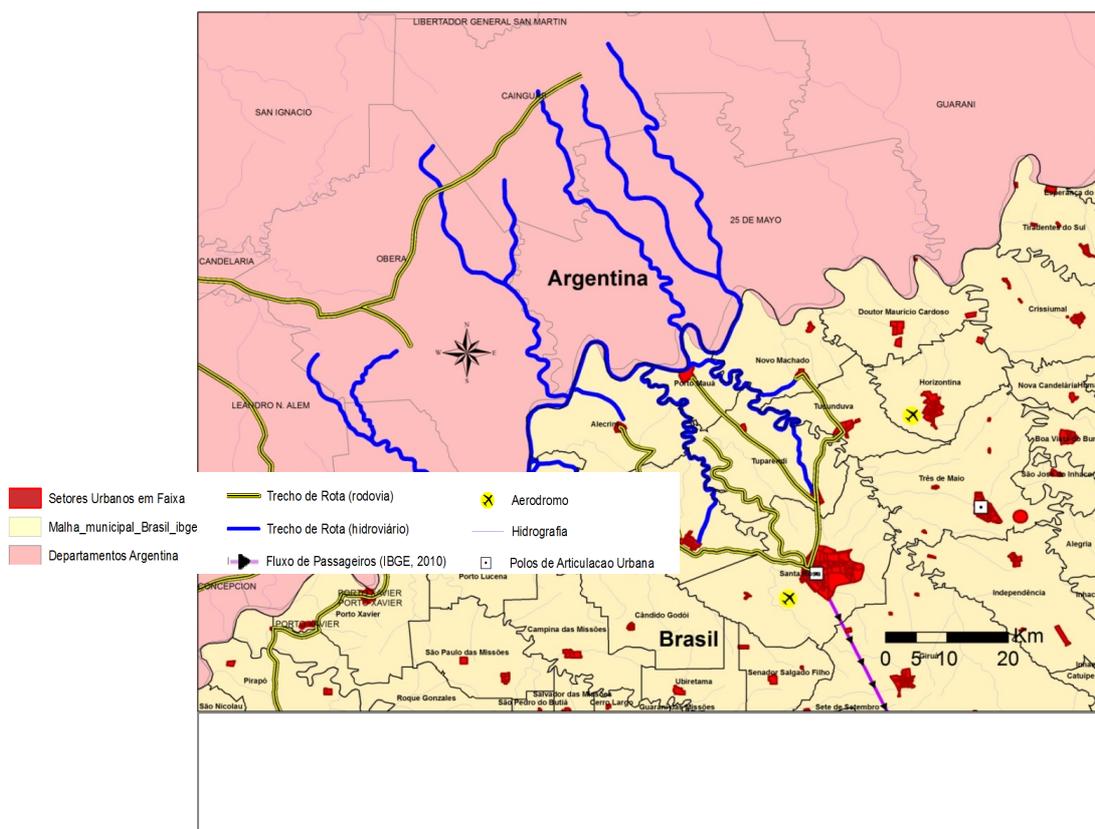


Imagem 1: nóculo logístico boliviano identificado ao longo de trecho da rede tranfronteiriça que se com o território brasileiro



**Mapa 5: Permeabilidade arco sul: Santa Rosa na Fronteira com a Argentina**

O mapa 5 representa a permeabilidade no arco sul, onde a rede transfronteiriça conecta vários departamentos argentinos a diferentes municípios brasileiros, em uma área densa de setores urbanos. Note-se o grande número de conexões, com trechos intercalados entre os modais hidroviário e rodoviário. Essa forma de conectividade apresenta características semelhantes ao padrão capilar, um pouco diferente o das cidades gêmeas adjacentes (sináptico).

As interações capilares podem, nesse caso, se dar somente no nível local, ou se dar através de trocas difusas entre vizinhos fronteiriços com limitadas redes de comunicação. Nota-se o Estado intervindo pouco, principalmente não patrocinando a construção de infra-estrutura de articulação transfronteira.

## Referências

BECKER, Bertha k. 1986. A Crise do Estado e A Região-A estratégia da descentralização em questão. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro,48(1):43-62 Jan./Mar..

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. SECRETARIA DE PROGRAMAS REGIONAIS. 2005. *Proposta de Reestruturação do Programa de Desenvolvimento da Faixa de Fronteira. Bases de Uma Política Integrada de Desenvolvimento Regional Para a Faixa de Fronteira* /Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Programas Regionais, Programa de Desenvolvimento da Faixa de Fronteira – Brasília: Ministério da Integração Nacional.

CÂMARA, et al. 2004. *Introdução aos Sistemas da Geoinformação*. São José dos Campos, INPE,.

CASTRO, Murilo. C. de. 1999. *S.I.G ,Sistema de Informações Geográficas ou S.I.G, Sintetizador de Ilusões Geográficas*. UFRJ.Departamento de Geografia (Tese de doutorado).

DAVIS Jr., C. A. 2008. *Spatial Data Infrastructures. Encyclopedia of Information Science and Technology*. M. Khosrow-Pour. Hershey, Pennsylvania, USA, IGI Global. VII: 3548-3553.

LOJKINE, Jean. 1995. *A Revolução Informacional*. São Paulo:Cortez.

MACHADO, L.O et AL. 2005. O desenvolvimento da faixa de fronteira: uma proposta conceitual-metodológica. In: OLIVEIRA, T. C. M. de (Org.). *Território sem limites: estudos sobre fronteiras*. Campo Grande: UFMS.: 87-112.

-----,1995-1. Sistemas "Longe do Equilíbrio" e Reestruturação Espacial na Amazonia. In Cadernos do IPPUR, ano IX, nº ¼, jan./dez. 1995: 83-106

-----, 1995-3. Sociedade Urbana, Inovação Tecnológica e a Nova Geopolítica.*Cadernos LAGET n°5.pp:?.*. (1995-3)

RAFFESTIN, Claude. 1993. *Por uma geografia do poder*. São Paulo: Ática.

SANTOS, M. 1996.*A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção* / São Paulo : Editora Hucitec. -4. ed. 2. reimpr. -São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

STEIMAN, R. 2002. *A Geografia das Cidades de Fronteira: Um Estudo de Caso de Tabatinga (Brasil) e Letícia (Colômbia)*. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, PPGG/UFRJ.