

NT 237

2014

## MIGRAÇÃO DA BASE GEOLOG PARA BASE MDC

Dilti Xavier Lopes

Glaucia Guimarães Pereira

Walter Ferreira dos Santos

A Prefeitura de São Paulo realizou em 2004 um levantamento aerofotográfico que deu origem ao MDC – Mapa Digital da Cidade. Anterior a este voo as diversas Secretarias e Empresas ligadas à Prefeitura usavam o GEOLOG, base cartográfica digital elaborada pela Secretaria de Finanças a partir do Mapa Oficial da Cidade de 1972. Alguns problemas retardaram o uso da nova base MDC, como os deslocamentos gráficos observados na sobreposição das bases e as diferenças existentes na estrutura e conteúdo dos seus campos e feições.

O objetivo deste trabalho é propor solução de migração das bases GEOLOG e MDC com o mínimo de intervenções manuais, permitindo que as informações georreferenciadas e geocodificadas sobre o GEOLOG possam ser utilizadas no MDC, bem como a utilização conjunta das novas feições a serem criadas.

Na solução adotada, foi possível relacionar univocamente um nó da base GEOLOG com um nó da base MDC, usando-se a topologia de rede e o CODLOG.

Há exceções não contempladas nesta solução, que serão tratadas posteriormente através dos deslocamentos adjacentes dos nós já migrados. As exceções identificadas até agora são: vias com eixo duplo, vias que se cruzam mais de uma vez, e vias com diferentes quantidades de segmentos entre um nó e outro.

### Introdução

O GEOLOG é uma base cartográfica digital do Município de São Paulo. Foi elaborado pela Secretaria de Finanças a partir do Mapa Oficial da Cidade - MOC, de 1972 e em escala 1:10.000. Foi desenvolvido por restituição do aerolevanteamento de 1972 e ampliado, para a escala 1:5.000 (São Paulo, 2012).

O sistema de coordenadas do GEOLOG é o UTM – Universal Transverse Mercator, Datum Córrego Alegre. As feições geográficas originais do GEOLOG são áreas municipais, eixo viário, linha férrea, quadras fiscais, viadutos e pontes, linhas de transmissão, córregos e rios, lagos e represas, logradouros, caminho, limites das administrações regionais, contorno do município, limites dos distritos municipais, limites dos setores fiscais e quadriculas das folhas adotadas pelo sistema cartográfico metropolitano (São Paulo, 2000).

O SIG - Sistema de Informações Geográficas da cidade de São Paulo teve origem no início da década de 1990 (GeoSampa, 2010). O Mapa Digital da Cidade - MDC é a atual base cartográfica do Município de São Paulo (São Paulo, 2009). Seu levantamento aerofotográfico foi realizado em 2004 com escala de 1:1.000 nas áreas urbanizadas e 1:5.000 nas áreas não urbanizadas. As feições cartográficas são hidrografia, marcos, logradouros, subprefeituras, distritos, setores fiscais, quadras viárias, quadras prediais, lotes e edificações.

O uso do GEOLOG foi difundido em diversas secretarias e empresas do Município de São Paulo. Na Companhia de Engenharia de Tráfego, o GEOLOG foi usado na maioria dos seus trabalhos gráficos, e sobre ele várias outras feições foram desenvolvidas, tais como lombadas, semáforos, contagens volumétricas, linhas de metrô, parques e equipamentos urbanos, terminais e corredores de ônibus, anel viário metropolitano, divisão de GET e DEC, praças e canteiros, pontos de alagamento, cemitérios, favelas, e circulação.

Além das feições desenvolvidas, um grande uso do GEOLOG na CET foi a criação de um banco de dados de projetos, composto por aproximadamente 21 mil projetos viários e levantamentos topográficos, os quais tiveram sua abrangência representada unifilarmente sobre essa base. Esse cadastro foi elaborado ao longo de oito anos.

O MDC está disponível na CET desde 2011, sendo utilizado como base para novos projetos. No entanto, quando são necessárias inserções de informações disponíveis apenas nas feições do GEOLOG, torna-se inevitável a volta do uso do GEOLOG, tendo em vista a atual dificuldade de migração dessas feições.

O objetivo geral deste trabalho é propor solução de migração para base MDC das informações que foram georreferenciadas e das que foram geocodificadas sobre a base GEOLOG.

## Justificativa

A principal motivação deste trabalho é a possibilidade de integração do banco de dados dos 21 mil projetos existentes e demais feições criadas no GEOLOG à nova base do MDC, permitindo a utilização conjunta com novas feições a serem criadas.

Além disso, uma vez desenvolvido o processo de migração entre bases, este poderá ser utilizado quando novos aerolevantamentos forem realizados, já que as diferenças existentes entre bases elaboradas sobre diferentes voos são inevitáveis devido à ortorretificação.

Dado o contexto da CET e de seu banco de dados de projetos, este trabalho tem como escopo o layer eixo viário. Sendo assim, toda a metodologia de estudo é referente aos atributos do layer eixo viário.

Este trabalho é de interesse de todos os usuários da base GEOLOG.

## Metodologia

Primeiramente, são estudadas as estruturas de dados do layer eixo viário das bases GEOLOG e MDC. Este estudo inicial visa compreender o processo de migração das bases. Os passos são:

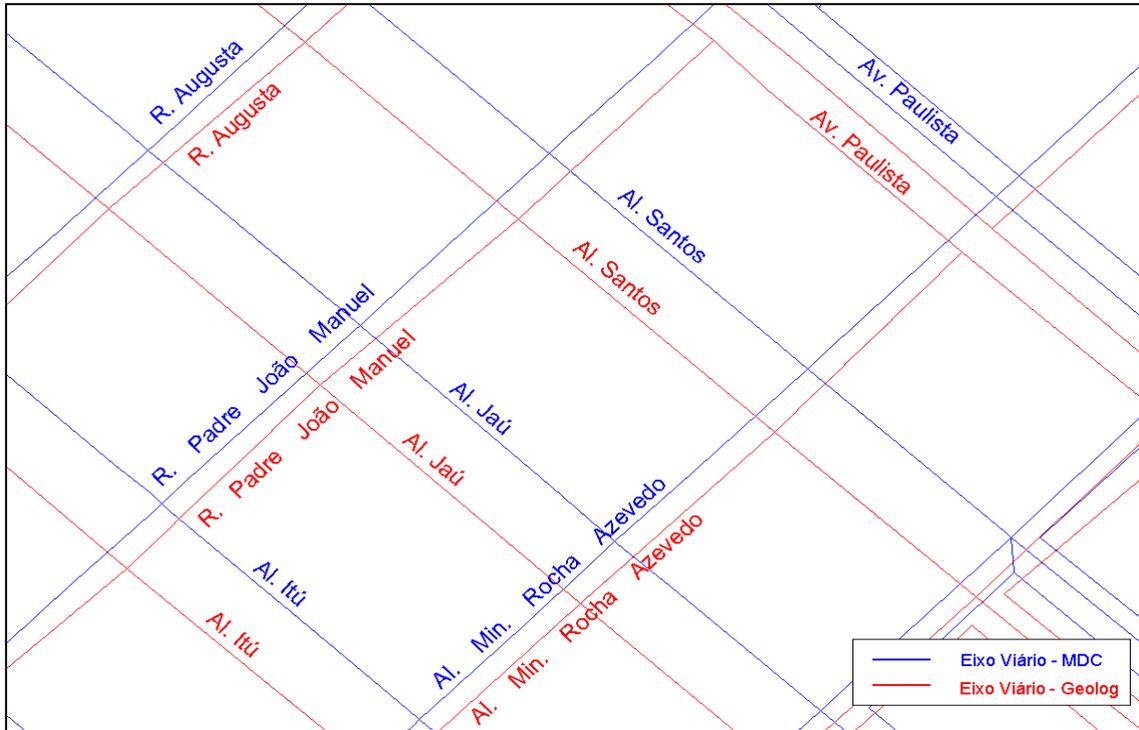
- Sobrepor MDC e GEOLOG para identificar os deslocamentos gráficos entre as bases;
- Identificar semelhanças nos campos de cada base que auxiliem na migração;
- Propor solução;
- Estudar viabilidade contemplando aspectos de precisão espacial, necessidade de trabalho manual e fatores econômicos.

Para um melhor entendimento da solução proposta neste trabalho, a definição de alguns termos faz-se necessária:

- **Trecho** = é o espaço compreendido entre dois cruzamentos de via, podendo ser formado por um ou mais segmentos.
- **Segmento** = é uma linha existente entre um nó e outro.
- **Nó** = é o ponto que determina o início ou o fim de um segmento.
- **Link** = é o mesmo que segmento.
- **Topologia de rede** = é a definição que especifica como nós e links são conectados. Trata-se de um banco de dados cujos registros dos nós contêm suas coordenadas e cujos registros de links contêm seus nós iniciais e finais.
- **CODLOG** = código de logradouro único para cada via.

## Diagnóstico

A seguir é apresentada Figura 1 que ilustra as diferenças gráficas entre o GEOLOG o MDC.



**Figura 1 – Deslocamento GEOLOG x MDC**

Os deslocamentos observados graficamente são devidos, principalmente, a diferenças na ortorretificação. Além das diferenças geométricas há também diferenças na estrutura e no conteúdo dos campos.

O CODLOG é um campo comum na estrutura de ambas as bases, existente na feição eixo viário. Por ser a chave primária de um logradouro os valores são os mesmos nas duas bases, o que torna o campo CODLOG útil para realização da migração.

Por outro lado, os trechos de via não são compatíveis nas duas bases, diferenciando em codificação, posição, quantidade e comprimento. Assim, não é possível utilizar o trecho de via como chave no processo de migração, mas é possível utilizá-lo como dado auxiliar.

## Solução Proposta

O intuito desse trabalho é buscar uma solução automatizada, reduzindo-se ao mínimo as intervenções manuais, com uma margem de erro aceitável.

Uma possível solução tem como método encontrar pontos de cruzamento de vias por meio do campo CODLOG. De forma geral, pode-se relacionar univocamente um nó da base GEOLOG com um nó da base MDC, e conseqüentemente um link da base GEOLOG com um link da base MDC.

Com a falta de campos comuns entre as duas bases, a solução inicia-se com a criação de topologia em ambas as bases.

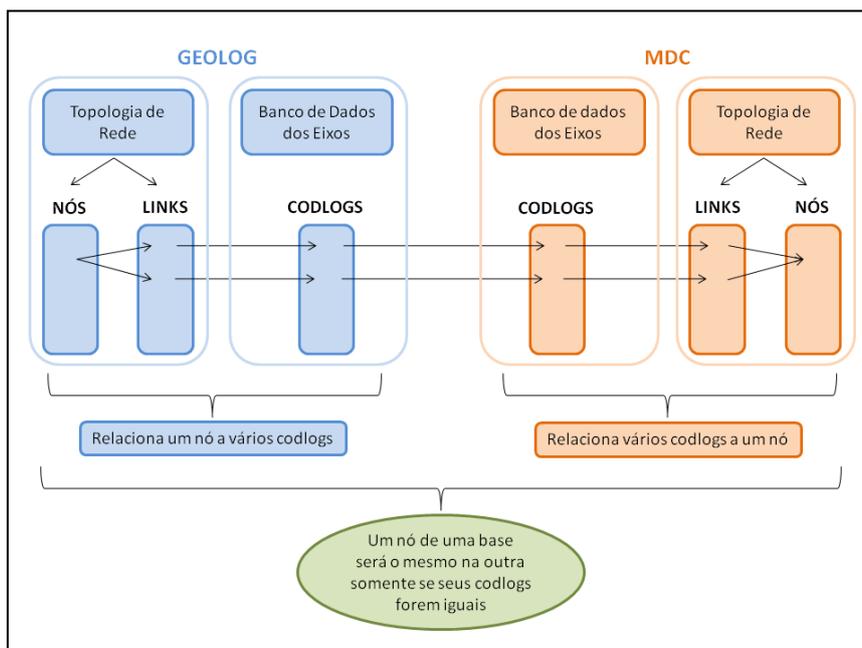
Através das coordenadas iniciais e finais de cada segmento de via do eixo de logradouros, serão identificados os nós de mesmas coordenadas na tabela de topologia de nós. Assim, tem-se uma tabela de correspondência entre os diversos CODLOGs que concorrem em um mesmo nó. Esse procedimento será feito nas duas bases.

Com o resultado obtido, é possível fazer a correspondência entre os nós do GEOLOG e os nós do MDC. Um nó de uma base será o mesmo na outra se seus CODLOGs forem iguais, concluindo-se assim a migração dos nós.

A partir da migração dos nós e as tabelas de topologia dos links de cada base, é feita a migração dos links. No GEOLOG tem-se para cada link os nós inicial e final. Buscam-se então os nós correspondentes na base MDC e o seu respectivo link.

A

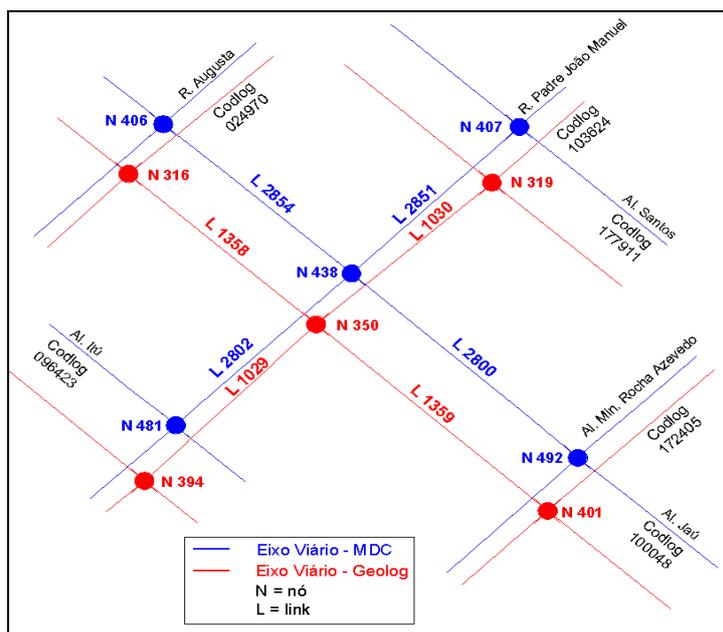
Figura 2 apresenta uma esquematização do processo de migração de nós.



**Figura 2 - Esquema da migração dos nós**

### Exemplo de aplicação da solução proposta

Foi selecionada a região do cruzamento da Al. Jaú com R. Padre João Manuel. A Figura 3 mostra os eixos viários GEOLOG e MDC dessa região, onde foram criadas as topologias de rede para as duas bases com o software AutoDesk Map® (AutoDesk, 2008)



**Figura 3 – Eixos GEOLOG e MDC com topologia na área de exemplo**

Na Tabela 1 estão listados parte dos registros da junção da tabela da topologia de rede e da tabela de dados dos eixos, ambas da base GEOLOG

**Tabela 1 – Junção da tabela da topologia de rede e da tabela de dados dos eixos da base GEOLOG**

Link	Nó Inicial	Nó Final	Coordenadas do Nó Inicial		Coordenadas do Nó Final		CODLOG	CODSEG	Via
			X1	Y1	X2	Y2			
...									
1028	394	421	-46,66170921	-23,56148125	-46,66267344	-23,56233847	103624	SG103624004	R PDE JOAO MANUEL
1029	350	394	-46,66080394	-23,56056804	-46,66170921	-23,56148125	103624	SG103624003	R PDE JOAO MANUEL
1030	319	350	-46,65987565	-23,55973969	-46,66080394	-23,56056804	103624	SG103624002	R PDE JOAO MANUEL
1031	289	319	-46,65896043	-23,5588515	-46,65987565	-23,55973969	103624	SG103624001	R PDE JOAO MANUEL
...									
1357	316	294	-46,66179364	-23,55968958	-46,66261825	-23,5589653	100048	SG100048013	AL JAU
1358	350	316	-46,66080394	-23,56056804	-46,66179364	-23,55968958	100048	SG100048012	AL JAU
1359	401	350	-46,65958205	-23,5616565	-46,66080394	-23,56056804	100048	SG100048011	AL JAU
1360	427	401	-46,65864231	-23,56248286	-46,65958205	-23,5616565	100048	SG100048010	AL JAU

No exemplo, o nó que se deseja migrar é o 350, assim, na Tabela 1 foi feita a seleção de links que têm o nó 350 como nó inicial ou final. Essa seleção resultou nos Links: 1029, 1030, 1358 e 1359 e conseqüentemente nos CODLOGs 103624 e 100048.

Na Tabela 2 estão listados parte dos registros da junção da tabela da topologia de rede e da tabela de dados dos eixos, ambas da base MDC. Nessa tabela foi feita a seleção dos registros que correspondem aos CODLOGs extraídos da Tabela 1, ou seja, 100048 e 103624.

**Tabela 2 - Junção da tabela da topologia de rede e da tabela de dados dos eixos da base MDC**

Tabela 2 - Junção da tabela da topologia de rede e da tabela de dados dos eixos da base MDC									
Link	Nó Inicial	Nó Final	Coordenadas do Nó Inicial		Coordenadas do Nó Final		CODLOG	CODSEG	Via
			X1	Y1	X2	Y2			
...									
2404	396	386	-46,667933	-23,559212	-46,667487	-23,5588	99791	1	JARDIM MINERVA
1509	659	630	-46,65445	-23,565584	-46,655095	-23,565047	100048	5	JAU
1507	668	659	-46,654243	-23,565756	-46,65445	-23,565584	100048	4	JAU
1506	685	668	-46,653617	-23,566277	-46,654243	-23,565756	100048	3	JAU
1501	584	581	-46,656462	-23,563908	-46,656642	-23,563758	100048	8	JAU
1500	581	570	-46,656642	-23,563758	-46,657195	-23,563296	100048	9	JAU
1498	589	584	-46,656292	-23,56405	-46,656462	-23,563908	100048	7	JAU
1755	715	685	-46,652187	-23,567471	-46,653617	-23,566277	100048	2	JAU
1748	774	715	-46,650334	-23,56902	-46,652187	-23,567471	100048	1	JAU
1540	570	527	-46,657195	-23,563296	-46,658459	-23,562187	100048	1	JAU
1539	527	492	-46,658459	-23,562187	-46,659423	-23,561347	100048	2	JAU
1518	630	589	-46,655095	-23,565047	-46,656292	-23,56405	100048	6	JAU
2854	438	406	-46,660617	-23,56027	-46,66161	-23,559399	100048	4	JAU
2800	492	438	-46,659423	-23,561347	-46,660617	-23,56027	100048	3	JAU
2584	316	287	-46,664396	-23,556941	-46,665076	-23,556339	100048	10	JAU
2582	349	316	-46,663422	-23,557801	-46,664396	-23,556941	100048	9	JAU
2573	366	361	-46,662811	-23,558341	-46,663058	-23,558122	100048	7	JAU
2571	378	366	-46,662484	-23,558631	-46,662811	-23,558341	100048	6	JAU
2570	406	378	-46,66161	-23,559399	-46,662484	-23,558631	100048	5	JAU
2568	361	349	-46,663058	-23,558122	-46,663422	-23,557801	100048	8	JAU
2441	193	144	-46,666618	-23,555052	-46,665792	-23,554197	103039	1	JOAO FLORENCIO
1944	735	733	-46,641726	-23,568044	-46,643138	-23,567971	103420	1	JOAO JULIAO
2401	657	676	-46,666155	-23,565578	-46,666602	-23,566007	103624	6	JOAO MANUEL
2399	637	657	-46,665691	-23,56513	-46,666155	-23,565578	103624	5	JOAO MANUEL
2851	407	438	-46,659731	-23,559415	-46,660617	-23,56027	103624	2	JOAO MANUEL
2835	372	407	-46,658839	-23,558554	-46,659731	-23,559415	103624	1	JOAO MANUEL
2802	438	481	-46,660617	-23,56027	-46,661544	-23,561157	103624	3	JOAO MANUEL
2667	561	591	-46,663553	-23,56308	-46,664637	-23,564121	103624	3	JOAO MANUEL
2657	552	561	-46,663102	-23,562646	-46,663553	-23,56308	103624	2	JOAO MANUEL
2656	520	552	-46,662468	-23,56204	-46,663102	-23,562646	103624	1	JOAO MANUEL
2648	481	520	-46,661544	-23,561157	-46,662468	-23,56204	103624	4	JOAO MANUEL
2553	591	637	-46,664637	-23,564121	-46,665691	-23,56513	103624	4	JOAO MANUEL
2510	676	701	-46,666602	-23,566007	-46,667547	-23,566919	103624	7	JOAO MANUEL
1636	938	1017	-46,65129	-23,572972	-46,652206	-23,574473	103691	1	JOAO MARINHO
...									

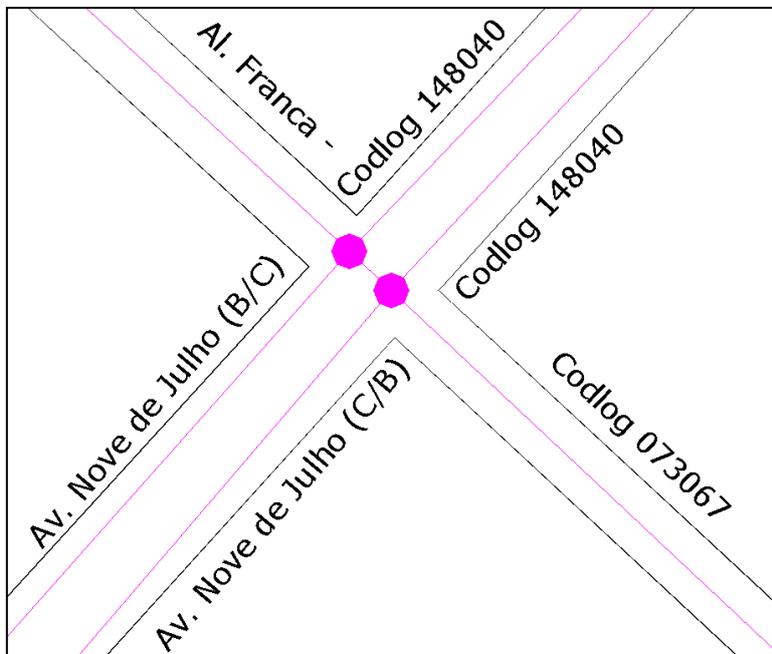
A confrontação dos nós selecionados através do CODLOG 100048 e 103624 indica que o nó 438 é o único comum aos dois CODLOG, revelando que o nó 350 da base GEOLOG corresponde ao nó 438 na base MDC, ou seja, que a coordenada (-46,66080394, -23,56056804) da base GEOLOG, conforme extraída da Tabela 1, corresponde a coordenada (-46,660617, -23,56027) da base MDC, conforme extraída da Tabela 2.

Existem exceções que devem ser tratadas, como por exemplo, vias com eixo duplo, vias que se cruzam mais de uma vez e vias divididas em diferentes quantidades de segmentos, que não têm correspondência unívoca nas duas bases. Para essas

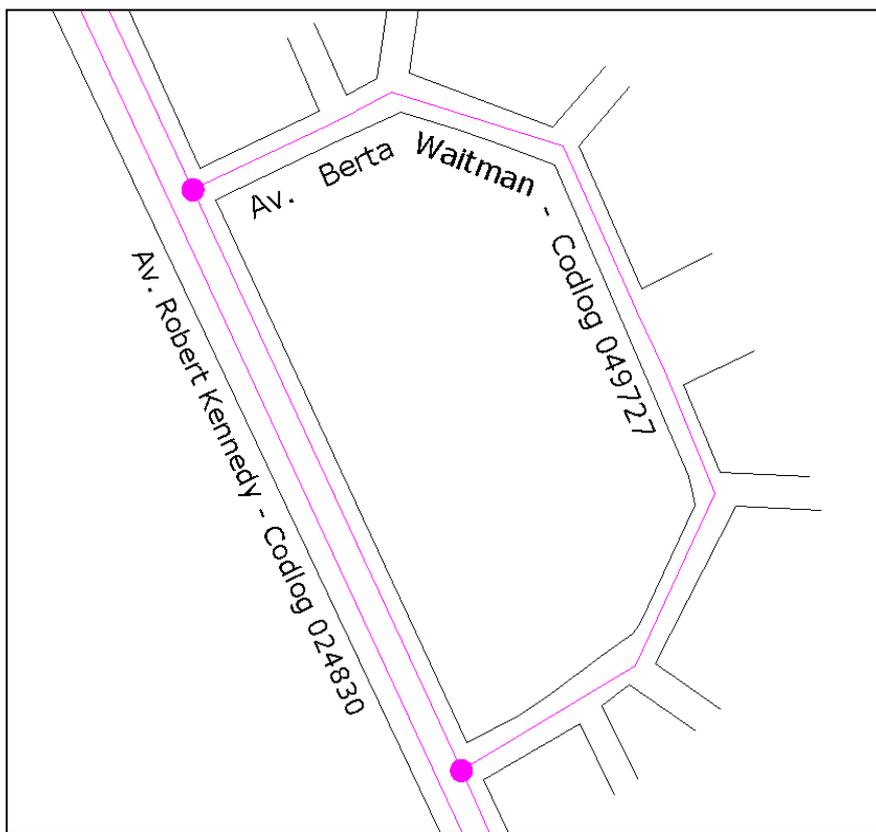
exceções serão usados, principalmente, os deslocamentos adjacentes dos nós já migrados, evitando-se ao máximo eventuais intervenções manuais.

**Exemplo das exceções a serem tratadas**

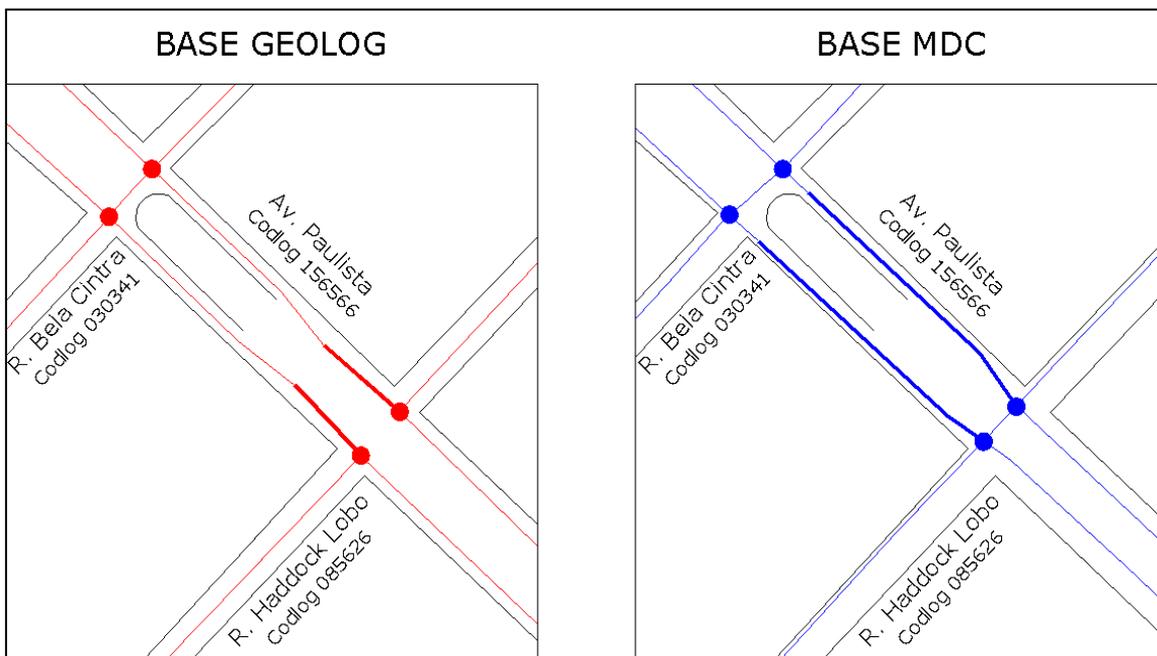
- Via com eixo duplo:



- Via que cruza outra via mais de uma vez:



- Via com divisão de segmentos diferente em cada uma das bases:



## Conclusão

A solução proposta para migração da base GEOLOG para base MDC mostrou-se viável para casos simples. O método de confrontar nós e CODLOGs em ambas as bases é factível, tanto do ponto de vista computacional quanto de custo-benefício econômico.

Após aplicação do método descrito neste trabalho para casos simples, será possível avaliar os casos excepcionais e estudar soluções para tratá-los.

Além da migração GEOLOG para MDC, este trabalho contribui de forma geral para outras migrações entre bases geográficas, haja vista que os procedimentos metodológicos descritos podem ser aplicados em trabalhos futuros.

## Referências

AutoDesk. **Manual do AutoDesk Map**, 2008.

GeoSampa; Marco Antônio. **Cronologia do SIG do Município de São Paulo**.

GeoSampa, 2010. Disponível em < <http://geosampa.blogspot.com.br>>. Acesso em 01 dez 2011. São Paulo (Cidade). Secretarias do Verde e Meio Ambiente e de

Planejamento Urbano. **Atlas Ambiental**. Disponível

em<<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/index.php?id=10>>. Acesso em 26 mar 2012. São Paulo (Cidade). Decreto nº 38.969, de 20 de janeiro de 2000. Disciplina a disponibilização, mediante cessão onerosa, do mapa digitalizado da cidade de São Paulo - GEOLOG, em formato para uso em microcomputadores, e dá outras providências. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**. São Paulo: SP, 2000.

São Paulo (Cidade). Decreto nº 50.736, de 15 de julho de 2009. Confere nova Regulamentação ao Sistema de Informações Geográficas do Município de São Paulo - SIGSP e revoga os decretos nº 42.349, de 2 de setembro de 2002, e nº 484.88, de 3 de julho de 2007. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**. São Paulo: SP, 2009.