

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL – PROPUR**

**A IMPLANTAÇÃO DE CONTORNOS RODOVIÁRIOS E
AS TRANSFORMAÇÕES DA FORMA URBANA DE
PEQUENAS CIDADES: ESTUDO DE CASO DA
RODOVIA RS-377 EM SÃO FRANCISCO DE ASSIS E
SANTIAGO, RS.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Antônio Francisco Corrêa Pinto

Porto Alegre, RS, Brasil

2012

**A IMPLANTAÇÃO DE CONTORNOS RODOVIÁRIOS E AS
TRANSFORMAÇÕES DA FORMA URBANA DE PEQUENAS
CIDADES: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA RS-377 EM
SÃO FRANCISCO DE ASSIS E SANTIAGO, RS.**

por

Antônio Francisco Corrêa Pinto

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para a obtenção do grau de

Mestre em Planejamento Urbano e Regional

Área: Sistemas de Suporte à Decisão em Planejamento e Desenho Urbano

Linha de Pesquisa: Sistemas Configuracionais Urbanos,

Orientador: Prof. Rômulo Krafta, Ph.D.

Porto Alegre, RS, Brasil

2012

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional
PROPUR**

A Comissão Examinadora abaixo-assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**A IMPLANTAÇÃO DE CONTORNOS RODOVIÁRIOS E AS
TRANSFORMAÇÕES DA FORMA URBANA DE PEQUENAS
CIDADES: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA RS-377 EM
SÃO FRANCISCO DE ASSIS E SANTIAGO, RS**

elaborada por
Antônio Francisco Corrêa Pinto

como requisito parcial para a obtenção de grau de
Mestre em Planejamento Urbano e Regional

COMISSÃO EXAMINADORA:

Rômulo Krafta, Ph.D.

(Presidente da Banca e Orientador – PROPUR/UFRGS)

Niara Clara Palma, Dra.

(Examinador Externo - Faculdade de Arquitetura/UNISC)

Eliane Constantinou, Dra.

(Examinador Externo - Faculdade de Arquitetura/UFRGS)

João Farias Rovati, Dr.

(Examinador Interno - PROPUR/UFRGS)

Porto Alegre, 09 de Fevereiro de 2012

AGRADECIMENTO

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Rômulo Krafta

Aos Professores e Funcionários do PROPUR

Ao suporte da URI - Santiago

Aos meus familiares, pelo aval incondicional

À Aline, pela confiança e amor

“La forma de una ciudad es y debe ser consecuencia de sus necesidades de locomoción.”

Arturo Soria y Mata

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

A IMPLANTAÇÃO DE CONTORNOS RODOVIÁRIOS E AS TRANSFORMAÇÕES DA FORMA URBANA DE PEQUENAS CIDADES: ESTUDO DE CASO DA RODOVIA RS-377 EM SÃO FRANCISCO DE ASSIS E SANTIAGO, RS

AUTOR: Antônio Francisco Corrêa Pinto
ORIENTADOR: Rômulo Krafta, Ph.D.
Porto Alegre, 9 de Fevereiro de 2012

Este estudo trata dos desdobramentos na forma urbana de pequenas cidades causados por novos contornos viários, tendo como estudo de caso as cidades de São Francisco de Assis e Santiago, no oeste do Rio Grande do Sul. A metodologia está baseada nas medidas de diferenciação espacial - da Acessibilidade e da Centralidade, além da Polaridade - através das quais é possível visualizar o dinamismo do traçado de uma cidade, e as possíveis alterações de sua forma. Através da elaboração de um modelo urbano, com o uso do software Medidas Urbanas, foram feitas as seguintes Análises Espaciais: 1) Efeitos intra-urbanos do contorno viário construído; 2) Efeitos do contorno viário, com a simulação de novas conectividades; 3) Efeitos do contorno viário, com a simulação de uma distância menor; 4) Efeitos do contorno viário construído em relação aos fluxos de passagem microrregional. Os resultados, através de gráficos comparativos e mapas dos pontos alterados, mostraram uma grande variabilidade, o que vem a reforçar a idéia de complexidade das cidades atuais. Contudo, o estudo apontou alguns padrões, tais como, o limite da influência intra-urbana do contorno (alterações geralmente periféricas), a importância da conectividade das vias de acesso ("Portais da Cidade"), a força da distância Cidade - Contorno e, por último, a importância dos fluxos extra-urbanos para a vitalidade ou estagnação da Cidade. Por fim, esta pesquisa evidenciou a eficácia das medidas de Acessibilidade, de Centralidade e de Polaridade no apoio do estudo dos impactos de novos contornos.

Palavras-chave: Pequenas Cidades, Contorno Viário, Análise Espacial

ABSTRACT

*Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*

BY-PASSES IMPLANTATION AND URBAN FORM CHANGINGS IN SMALL TOWNS: STUDY OF CASE IN THE HIGHWAY RS-377 IN SÃO FRANCISCO DE ASSIS AND SANTIAGO, RS

*AUTHOR: Antônio Francisco Corrêa Pinto
ORIENTATE: Rômulo Krafta, Ph.D.
Porto Alegre, February 9th, 2012*

This research is about the changing aspects of the urban form in small towns, when affected by new by-passes roads. The study of case occurs in two cities in the west of Rio Grande do Sul State, in southern Brazil. The method is based in the measurement of the spatial differences – Accessibility, Centrality and Polarity - with whose it is possible to notice the dynamic of a city structure, and the probabilities changings in its form. The construction of an urban model, with the software Medidas Urbanas, guided to the following spatial analyses: 1) Effects of the by-pass as built; 2) Effects of the by-pass, with new connections simulation; 3) Effects of the by-pass, with a lower distance simulation; 4) Effects of the by-pass as built, in the microrregional travels. The results, using compared graphics and changing points maps, determined a great variation, which expose the idea of the complexity in the nowadays cities. Nevertheless, the research pointed some patterns out, like the limitation of the by-pass influence (peripheral changings), the importance of the connection of access lines (“City Door”), the relevance of the distance city-bypass, and the importance of the extra-urban fluxes for the city development or weakness. Finally, this paper demonstrated the efficiency of the measurements of Accessibility, Centrality and Polarity to support the studying of the impact of new by-passes.

Key-words: Small Towns, By-pass, Spatial Analysis

LISTA DE ABREVIATURAS

pt	Pontos
sfa	São Francisco de Assis
stg	Santiago
sca	Sem Carregamento
cca	Com Carregamento
sco	Sem Contorno
cco	Com Contorno
ace	Acessibilidade
cen	Centralidade
top	Topológica
geo	Geométrica
con	Conectividade (variação)
dis	Distância (variação)
pol	Polaridade microrregional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Tema	10
1.2. Objetivo Geral	11
1.3. Objetivos Específicos	11
1.4. Justificativa	12
1.5. Problema	13
1.6. Hipóteses	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E METODOLOGIA	14
2.1. Contornos Viários	14
2.2. Morfologia Urbana	19
2.3. Apresentação da Metodologia.....	25
2.3.1. Análise Espacial Intra-urbana	27
2.3.2. Análise Espacial Exploratória	28
2.3.3. Análise Espacial Microrregional	29
3. EXPERIMENTAÇÃO	30
3.1. Apresentação do Estudo de Caso.....	30
3.2. Variáveis e Descrição do Sistema.....	37
3.2.1. Cadastro de Uso do Solo	37
3.2.2. Quantificação	39
3.3. Análise Espacial Intra-urbana	39
3.4. Análise Espacial Exploratória: Variação da Conectividade	57
3.5. Análise Espacial Exploratória: Variação da Distância.....	64
3.6. Análise Espacial Microrregional.....	72
4. CONCLUSÕES	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
6. ANEXOS	93
6.1. Mapas das Medidas Urbanas de São Francisco de Assis	93
6.2. Mapas das Medidas Urbanas de Santiago	104

1. INTRODUÇÃO

O trabalho está estruturado em cinco partes, sendo este o Capítulo 1, da Introdução, com a apresentação do problema e do objeto de estudo. Nas próximas páginas segue o Capítulo 2, que trata da Revisão Bibliográfica – com aspectos históricos dos Contornos Viários e conceitos de Morfologia Urbana – e da Metodologia, que neste estudo esta baseada na Análise Espacial com o uso do software “Medidas Urbanas” (Acessibilidade, Centralidade e Polaridade). Esses métodos balizam o trabalho de Experimentação, do Capítulo 3, com o Estudo de Caso para as cidades de Santiago e São Francisco de Assis, RS. Neste capítulo são examinadas algumas implicações intra-urbanas, simuladas (conexão e distância), e microrregionais que envolvem um Contorno Viário. Finalmente, no capítulo 4, são expostas as conclusões, relacionadas ao cumprimento dos objetivos propostos, à verificação das hipóteses e às sugestões. Além desses, ainda constam as Referências Bibliográficas, que embasam este estudo, e os Anexos, onde estão os diferentes mapas de visualizações das diferentes medidas dos sistemas.

1.1. Tema

O surgimento de uma cidade está ligado à sua localização, pois as relações do lugar com o entorno é que vão determinar o movimento de pessoas e bens, através das estradas e meios de transporte. Portanto, na própria origem das cidades existe uma relação entre transporte e uso do solo: no solo urbano acontecem determinadas atividades, onde pessoas produzem bens e serviços, e todos, pessoas e bens, se movimentam pelos fluxos de transporte. Assim, os fluxos e o uso do solo, condicionados sob vários aspectos, vão compor a forma urbana das cidades.

Ao longo do tempo, o aumento do transporte rodoviário trouxe implicações positivas e negativas para as cidades. Atualmente, ao redor das áreas urbanas por onde passam rodovias de longa distância, cada vez mais são implantadas estradas periféricas destinadas à circulação de veículos, de modo a evitar ou minimizar o tráfego no interior das cidades. Esses trechos de rodovia são chamados de Anéis

Viários, quando circundam completamente a localidade, ou de Contornos Viários, quando não circundam completamente a localidade, formando alças. (DNIT, 2002)

A relação entre o sistema de transporte e a forma e extensão da cidade é um fato inegável, pois o desenvolvimento dos meios de transporte modificou a morfologia e a estrutura urbana, permitindo um novo tipo de crescimento e de expansão. A estrutura primitiva da cidade compacta, caminhada a pé, desaparece em favor de um modelo influenciado pelas linhas de transporte e do automóvel, criando novas centralidades. A consolidação do sistema de anéis viários, ou orbitais, provoca uma grande mudança na estrutura das cidades, que passam a ter um desenvolvimento policêntrico, devido ao intercâmbio destas vias com o sistema radial, surgindo novos núcleos que concentram atividades comerciais, industriais e residenciais. Isto está relacionado com a suburbanização periférica, onde a rede de transporte causa mudanças nas atividades econômicas e nos usos do solo. (Serrano, 2002)

A relação desta infra-estrutura com as cidades acontece de diferentes formas, trazendo implicações que, de algum modo, alteram o desenvolvimento dessas comunidades. Nas pequenas cidades, neste caso até 50.000 habitantes, o tema adquire um caráter específico, sobre o qual essa pesquisa vai tratar, pois nelas os contornos viários ganham uma dimensão mais decisiva no crescimento ou na estagnação econômica, com as conseqüentes alterações da forma urbana.

1.2. Objetivo Geral

A pesquisa tem a intenção de identificar e avaliar os desdobramentos que as implantações de Contornos Viários ao redor de núcleos urbanizados causam nas formas urbanas das pequenas cidades. Nesse aspecto, o foco do estudo está no entendimento da forma construída sobre o território, onde a cidade é afetada pela nova infra-estrutura.

1.3. Objetivos Específicos

1.3.1. Demonstrar que os Estudos Urbanos podem contribuir para a melhora dos traçados de contornos viários, auxiliando na tomada de decisão multidisciplinar.

1.3.2. Experimentar procedimentos de análise e simulação espacial que se adaptam à abordagem da relação entre assentamentos urbanos e contornos viários.

1.3.3. Explorar, no Estudo de Caso, de que modo a implantação dos contornos altera a forma urbana, devido às mudanças nas medidas de centralidade e de acessibilidade.

1.4. Justificativa e Relevância

O tema é bastante atual no Brasil, uma vez que as comunidades, junto com as autoridades e a mídia, discutem, questionam e reivindicam, constantemente, as infra-estruturas de transporte rodoviário para suas cidades, como acesso asfáltico, contornos viários e anéis viários. Este novo elemento na paisagem tem forte impacto na configuração das cidades.

A cidade se constrói por acumulação, transformação e inter-relação de obras concretas, assim as infra-estruturas, pela sua força e irreversibilidade de seus efeitos, são importantes na formação das cidades. O contorno viário, enquanto desvio por fora da cidade, possui um potencial transformador de traçados, modificando territórios. O efeito de sua construção, geralmente de súbito comparada a outros processos mais lentos, reforça sua importância na construção do tecido urbano (Vallejo, 1995). Ainda, para Valenzuela (2000), questões de acessibilidade, conectividade, forma urbana e previsão de crescimento urbano devem ser incorporadas ao projeto de rodovias.

Portanto, a área do Planejamento Urbano e Regional precisa participar mais desta discussão, ainda muito ligada à Engenharia de Transportes e de Tráfego, pois os contornos ou anéis viários afetam diretamente na qualidade de vida das cidades e no desenvolvimento econômico-social de uma região. Assim, a contribuição dos planejadores urbanos pode ajudar na sustentabilidade das formas urbanas afetadas pelos contornos viários. É preciso entender a engenharia urbana como parte da construção da cidade, onde as características funcionais das infra-estruturas transcendem para a organização do entorno, do território e da urbanidade.

1.5. Problema

As rodovias implantadas ao redor das pequenas cidades podem alterar, de distintas maneiras, aspectos da configuração e morfologia urbanas, de modo que estas novas estruturas podem representar diferentes funções para as cidades envolvidas.

Quais as conseqüências na forma e na configuração urbanas de pequenas cidades, quando afetadas por contornos viários de rodovias?

1.6. Hipóteses

1.6.1. O contorno estimularia o crescimento periférico do assentamento urbano, tendendo a ser incorporado ao sistema viário urbano.

1.6.2. O contorno desviaria fluxos essenciais à vitalidade do assentamento, contribuindo para sua estagnação.

1.6.3. O contorno propiciaria a formação de assentamentos satélites.

Esta pesquisa pretende responder essas perguntas através da Análise Espacial dos tecidos urbanos das cidades envolvidas: Santiago e São Francisco de Assis. Para tanto, a metodologia inclui diferentes formas de analisar e simular as relações entre as partes das cidades, utilizando as medidas de diferenciação espacial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E METODOLOGIA

A bibliografia específica, relacionando anéis ou contorno viários com Morfologia e Configuração Urbanas, ainda é um pouco escassa, refletindo a divisão entre as áreas de Engenharia de Transporte e Planejamento Urbano. A revisão teórica para esse projeto requer subsídios dessas duas áreas de conhecimento, pois é importante um estudo dos conceitos de Morfologia Urbana, Configuração Urbana e Evolução Urbana, bem como de Transportes e de Tráfego.

2.1. Contornos Viários

Antes da intensificação do uso do automóvel, as estradas passavam por dentro das cidades - através de ruas e avenidas - e os fluxos de transporte tinham com elas uma relação intensa de contato cultural e intercâmbio comercial, trazendo desenvolvimento local. Atualmente, os anéis ou contornos viários funcionam como “não-lugares”, que circundam as cidades (Augé, 1994).

Na conformação original da cidade, o caminho de acesso marcava o canal onde se estabeleciam as relações com o território circundante, marcando os eixos da futura expansão, através de ruas que funcionavam como estradas (Vallejo, 1995).

Os contornos viários surgem com a necessidade de melhorar a fluidez dos deslocamentos, devido à saturação das vias das áreas mais centrais. Nesse sentido, o primeiro contorno viário conhecido foi a Marylebone St., em Londres no século XVIII. Hoje, esta rua conforma o London Inner Ring, o primeiro de uma série de anéis viários.

No começo do século XX o problema do tráfego se tornou pior, com o número de carros nas ruas crescendo rapidamente e competindo pelo espaço físico. Nessa época, Eugéne Hénard conduziu diversos estudos sobre circulação e padrões de tráfego e analisou diversas redes de ruas e estradas em cidades européias. Em 1903 Hénard propôs a transformação das antigas fortificações que envolviam Paris

em nove parques a serem criados ao redor da cidade, os quais deveriam ser conectados por um anel viário, o chamado *Boulevard Pheripherique* (Wolf, 1968).

O trabalho de Hénard foi influenciado e influenciou urbanistas europeus, com a transformação das muralhas de defesa em anéis circulares. A idéia de isolamento entre o coração da cidade e seus arredores aparece no “*ringstrasse*” de Viena e nos cinturões verdes de Colônia. A própria idéia das “*Beltways*”, que aparece na cidade-jardim de Howard, também guarda semelhanças com o conceito de *Boulevard Pheripherique*, na questão da circulação de contorno, apesar das duas teorias divergirem totalmente quanto às densidades populacionais (Wolf, 1968).

O conceito de Perímetro de Irradiação, de Hénard, aparece no projeto de Prestes Maia para o Plano de Avenidas para São Paulo, que buscava uma movimentação fácil e ágil entre o centro comercial-administrativo e a periferia residencial-industrial.

Em 1887, com o Emerald Necklace, um contorno viário de 7 km ao redor da cidade de Boston, Olmsted desenvolve um conceito que teria grande aceitação nos EUA. O sistema rodoviário americano, com as chamadas Interstate Highways, contornam as áreas metropolitanas, estimulando uma nova forma de desenvolvimento urbano. Assim, segmentos de estrada construídos para servir o transporte inter-estadual passaram a ser usados para o transporte urbano. Esse sistema de rodovias trouxe uma suburbanização (Urban Sprawl), com uma grande oferta de terrenos, onde a classe média americana passou a ter sua casa própria. Diversos fatores contribuíram para o desenvolvimento da cidade difusa americana, entre os quais, o Highway Act do congresso americano dos anos cinqüenta, que impediu que as estradas chegassem diretamente até as cidades. Também teve grande influência nessa época o polêmico Arquiteto Robert Moses, que defendia terminar com terras obsoletas e ligar os subúrbios às bordas das cidades, através das perimetrais.

As Autobahn da Alemanha dos anos 20, também foram um dos antecedentes deste conceito de Anel Viário, cujas autopistas estão isoladas em relação às cidades por onde passam, aumentando a velocidade da circulação.

No Brasil, a malha rodoviária estendeu-se pelo país, formando corredores estratégicos de transportes, promovendo o crescimento sócio-econômico das regiões e transformando as cidades. Muitos municípios situados próximos e ao longo de eixos rodoviários, sentiam-se motivados a incrementar suas atividades e atrair investimentos, favorecendo o comércio de produtos e serviços. As cidades de pequeno e médio porte mostraram, de maneira geral, um crescimento linear ao longo das rodovias, sem planejamento no uso e ocupação do solo. Este tipo de crescimento é uma tendência real, que causa sérios conflitos entre acessibilidade urbana local, com viagens de curta duração, e mobilidade de tráfego direto na rodovia, com viagens de longa distância (Freire, 2003).

O fluxo de passagem tende a ser redirecionado para fora das áreas urbanas por meio de anéis viários ou laços de contorno. Com a retirada do fluxo de dentro das cidades, os estabelecimentos tendem a se concentrar ao longo dos laços de contorno, recriando a possibilidade de crescimento linear das cidades. Assim, o espaço vai sendo reconstruído, pois grande parte da população acredita que o fluxo das travessias urbanas deixa alguma contribuição em termos de desenvolvimento comercial, aliado ao movimento e ao progresso (Santos, 2006).

Uma nova infra-estrutura, como um anel viário, causa uma urbanização dispersa, graças às novas rendas, causadas pelas novas centralidade e acessibilidade em áreas atratoras, que apostam por uma localização próxima das variantes viárias. A estrada delimita um cinturão periurbano em transformação, onde as rendas do solo agrário não podem competir com os potenciais usos urbanos, causando o fim de áreas produtora de alimentos (Trinta, 2001).

As rodovias de contorno das cidades têm gerado grandes problemas urbanos, quando é pequena a distância entre a rodovia e a cidade. O conflito mais comum surge da imediata ocupação urbana do contorno, transformando a estrada em uma via urbana, pavimentada e própria para velocidades elevadas (Lisboa, 2002).

A nodalidade viária atrai e gera focos de crescimento urbano, assim os enlaces de rodovias supõem um aumento das oportunidades de localização (Valenzuela, 2000).

Desse modo, um contorno viário - enquanto mudança física na configuração das ruas - pode alterar a forma urbana, dependendo da relação entre a nova infraestrutura e o núcleo urbanizado. Esta relação pode ser avaliada em várias situações, como a partir dos nodos e entroncamentos que fazem a conexão com o tecido urbano. O contorno viário pode atrair a urbanização para as bordas, já que favorece o desenvolvimento suburbano e o surgimento de novos núcleos (van Nes, 2001).

Classicamente, a construção de rodovias de contorno, ou anéis viários, tem sido adotada como a solução mais adequada para solucionar o problema das travessias urbanas. Essa visão tradicional de construção de contornos viários é criticada, pois do mesmo modo que o traçado original atraiu ocupação urbana devido à acessibilidade proporcionada, o contorno o fará da mesma maneira. O processo inicia-se com a transferência dos postos de comércio e serviços destinados aos usuários da rodovia e de empresas transportadoras e de logística. Caso não haja um controle efetivo do uso do solo, novas ocupações se aproximarão e transcenderão o novo contorno, retomando os problemas iniciais (Silva Júnior; Ferreira, 2000).

A falta de planejamento desta ocupação, em ambas as margens da rodovia, traz o impacto de segregação urbana, que terminará por inviabilizar o segmento da rodovia induzindo a construção de uma alternativa de contorno, a qual na ausência de medidas preventivas apresentará a repetição de todo o processo mais uma vez. A magnitude destes impactos depende de diversos fatores, entre os quais a estruturação do tecido urbano (malha viária e uso do solo) e seu grau de inter-relacionamento com a rodovia.

A preocupação com a qualidade e adequação de determinados aspectos das rodovias teve início com as questões ambientais, e um dos primeiros anéis viários projetados com essa preocupação foi um contorno em uma pequena cidade do País de Gales, no final dos anos sessenta. A literatura que trata dos impactos de rodovias em áreas urbanizadas é ainda muito escassa, mas com a agregação das variáveis ambientais nos estudos urbanos e de transportes passou-se a dar maior atenção aos impactos da presença de rodovias em áreas urbanizadas (Silva Júnior; 2000).

O Relatório Buchanan - "Traffic in Towns" - realizado nos anos sessenta, recomendava o uso seletivo de contornos viários em cidades de tamanho pequeno e médio, para aliviar o congestionamento dos centros urbanos, mesmo com a resistência dos comerciantes locais e do comércio de passagem (Proudlove, 1964).

O impacto da rodovia no meio-ambiente e na comunidade trouxe um novo conceito, do Context Sensitive Design (CSD), que constitui enfoque abrangente e multidisciplinar para a avaliação dos impactos de novos projetos rodoviários, objetivando o equilíbrio entre as necessidades de transporte e as preocupações ambientais e estéticas das comunidades (Mc Cormack, 2001).

Para tanto, algumas das ferramentas disponíveis são as técnicas de geoprocessamento, SIG e Análise Multicritério, utilizadas principalmente pela Engenharia de Transporte, para o estudo de alternativas de traçados de anéis viários, onde são consideradas diferentes categorias (sociais, econômicas, ambientais, topográficas, geotécnicas, operacionais), com diferentes pesos (Silva, 2004).

Nos países mais avançados, os desenvolvimentos dos transportes estão associados aos planos de ocupação do solo, de maneira que o trabalho dos engenheiros de transporte está ligado ao dos arquitetos e urbanistas. No Brasil, as decisões de transporte são tomadas de acordo com as prioridades de desenvolvimento econômico, assim, um engenheiro com formação técnica e operacional em engenharia rodoviária é, muitas vezes, levado a conceber projetos viários em áreas urbanas ou adjacentes. Essas travessias urbanas ficam focadas exclusivamente sob a ótica do tráfego, deixando de lado a harmonização com o sistema viário local e com a mancha urbana adjacente (Menezes, 2001).

Contudo, a partir dos anos 80, devido à reformulação das técnicas de planejamento, às questões ambientais, bem como às exigências de órgãos financiadores internacionais, as instituições brasileiras passaram a se preocupar com o fenômeno ocorrido nas travessias urbanas, levando o Ministério dos Transportes a regulamentar uma série de manuais e instruções normativas. Isso se deve à

constatação de que os contornos rodoviários, bem como as periferias de áreas urbanas e os entroncamentos rodoviários caracterizam-se como áreas potencialmente urbanizáveis (Freire, 2003).

O DNIT, seguindo a tendência de compatibilizar rodovia e cidade, aponta como diretrizes do ordenamento físico nos casos de travessias urbanas a fluidez dos fluxos de passagem, a qualidade do tráfego local e a mitigação da segregação dos tecidos urbanos. Os projetos devem promover a compatibilização entre o uso urbano e rodoviário. As intervenções que visem melhorar a qualidade das interfaces urbano-rodoviárias devem levar em consideração a integração da rodovia à paisagem urbana.

É necessário planejar os sistemas de transporte conjuntamente com o uso do solo (Menezes, 2001) por meio da alteração de paradigmas, não apenas construindo projetos de engenharia, mas também planejando a ocupação do entorno. Devem ser propostos planos de ordenamento territorial e planos diretores, visando ordenar o uso do solo nos municípios atingidos pelas rodovias (Trinta, 2001). Finalmente, segundo Mascaró (2005), é importante ter sensibilidade à questão urbana, ao que acontece dentro do círculo do anel viário, o que vai muito além do enfoque rodoviário.

2.2. Morfologia e Configuração Urbanas

A forma urbana, quando analisada pela configuração espacial, é mais que a imagem física de uma cidade, pois provém das relações entre as partes, indivíduos, espaços e fluxos (Lynch, 2001).

Igualmente, para Krafta (2008) a Análise Espacial Configuracional vai além das características morfológicas visíveis. A Morfologia Urbana estuda a forma urbana exterior, com seu tecido urbano e suas formas construídas, analisando as características físico-espaciais de uma cidade ao longo do tempo. Já a Configuração Urbana trata da dinâmica espacial envolvida no processo de urbanização, cujas inter-relações diferenciam, hierarquizam e moldam os espaços.

Assim, a Análise Espacial, como o nome está dizendo, está focada no espaço, analisando seus vínculos e propriedades. Por trás das características espaciais podem estar relacionadas variáveis de natureza sócio-econômica, na forma de algum tipo de determinação, ou de implicação. Contudo, sempre procura-se identificar as características espaciais nos processos sócio-espaciais.

Este relacionamento entre as diferentes porções do espaço, mostrando os níveis de interação, a interdependência e a hierarquia, pode ser interpretado sob a forma de um Sistema Configuracional Urbano. Um sistema é representado por um modelo, onde a alteração de um elemento pode alterar o sistema como um todo. Por isso, a importância de estudar essas alterações, ou diferenciações, pois elas ajudam a explicar o sistema.

Existiram, ao longo do tempo, diversas formas de modelagens para demonstrar os processos urbanos que explicam o funcionamento e a evolução das cidades. Os primeiros modelos surgidos tinham por trás uma noção de processo urbano onde a cidade era vista como algo estável, e cuja formação era uma explicação a uma suposta causa.

Com o tempo foram surgindo outros modelos, que passaram a considerar as diferenças e complementaridades entre os diferentes espaços, a interação espacial e as relações e fluxos entre os lugares. Esse tipo de processo urbano considera a cidade como algo instável, onde a forma urbana pode ser entendida como resultado ou consequência de um processo dinâmico, no qual a inovação, o crescimento e a mudança estão sempre presentes.

Estes modelos foram influenciados por alguns fundamentos da Física, como a lei gravitacional e pela relação entre atração e repulsão. Por analogia, o processo de urbanização está sempre em movimento, buscando um equilíbrio. Assim, uma inicial vantagem atrativa em produzir e consumir conjuntamente é suplantada por uma dispersão devido à super-concentração. Portanto, é importante entender o aspecto configuracional da cidade e a interdependência dos espaços, onde cada nova mudança gera novas mudanças na cidade toda (Krafta, 2008).

Para analisar uma cidade na forma de um sistema, através da modelagem configuracional, é necessária a representação gráfica reduzida da forma urbana. Isto se faz minimizando os elementos em formas discretas, pela transformação dos espaços em unidades conhecidas e mensuráveis, como linhas, pontos ou polígonos. Feito isso, as avenidas, trechos de ruas, praças, áreas abertas, quarteirões, prédios, enfim, podem ser representadas na forma simples de grafos, onde os nós significam as porções de espaço, e as linhas significam as distâncias e conexões entre estes espaços. As redes espaciais em forma de grafo podem, se desejável, coincidir com o mapa real do sistema viário. Nestes casos, a visualização fica inteligível, já que as linhas seriam os eixos axiais ou trechos de rua, e os pontos seriam as esquinas (Krafta, 2009).

É através das interdependências entre os espaços e as atividades que é possível visualizar as diferenciações que ocorrem numa cidade, e analisar a hierarquia de determinados lugares no sistema. As propriedades configuracionais principais são a Acessibilidade e a Centralidade, com as quais podemos observar e comparar as diferenças nas estruturas urbanas e no uso do solo. Essas diferenças tentam explicar o processo de urbanização.

A medida de Acessibilidade é um tipo de centralidade por proximidade, que mede a distância relativa entre os nós do sistema, somando as distâncias de cada nó até cada um dos demais nós do sistema. Os locais mais acessíveis serão aqueles com as menores distâncias entre todos outros nós (Krafta, 2009).

Essa distância entre os pontos pode ser medida de várias formas: topológica (número de células no caminho), geométrica polar (linha reta), geométrica retangular (sentido das vias), bem como por tempo ou custo de deslocamento. Desse modo, a acessibilidade possibilita visualizar, num modelo, a real situação de um sistema, já que sua medida pode ser condicionada às rotas, acessos, barreiras e conexões reais.

A acessibilidade mostra os pontos mais acessíveis, indicando os caminhos possíveis nos deslocamentos. Os eixos movimentados trazem visibilidade e vantagens locais, atraindo atividades e, portanto, influenciando no uso e ocupação do solo (Hansen, 1959). Esse processo é dinâmico e acompanha o crescimento das cidades. Assim cada novo trecho de cidade pode alterar as rotas preferenciais de várias maneiras: criando novos caminhos, reforçando o uso de alguns ou diminuindo o uso de outros. As infra-estruturas de maior porte, como as perimetrais e contornos viário, podem influenciar de forma mais forte uma parte maior da cidade, dependendo de como se dá sua inserção no sistema.

A medida de Centralidade Planar é um tipo de centralidade por entreameamento (betweenness), que mede a posição relativa de um nó em relação ao caminho mínimo de um par do sistema. Os nós mais centrais são aqueles que aparecem mais vezes nos caminhos mais utilizados entre todos os pares do sistema. Assim, podemos ver o poder de intermediação de um ponto. O modelo também calcula essa medida em função da tensão entre o par de nós, quando, então, a centralidade será distribuída por fração em cada um dos nós interpostos ao longo do caminho (Krafta, 2008).

O desenvolvimento dos modelos configuracionais oferece um estudo mais real do sistema ao possibilitar o cálculo da Centralidade Ponderada, na qual os conteúdos e atratividades das células são considerados. Neste caso, a rede pode ser carregada tanto nos nós (construções, uso do solo, atividades, residentes, postos de trabalho, alunos de escola, etc.), quanto nas linhas (distâncias métricas, custo de transporte, tempo de deslocamento...) Os pesos específicos de cada nó vão produzir tensões particulares entre cada par de nós. E cada nó ao longo de cada caminho também terá uma medida diferente, em função da distribuição por fração (Krafta, 2009).

Numa rede urbana os pontos de maior Centralidade - por estarem nos menores caminhos - servem de conexão que alcançam, direta ou remotamente, outros espaços. Essas conexões não são perenes, mas estão em constante mudança, refletindo a instabilidade natural da Cidade. Portanto, a Centralidade é um desequilíbrio que reflete as alterações sócio-espaciais, e que, também, estimula novas mudanças (Krafta, 2008).

Ainda, segundo Krafta (2008), as tendências deste desequilíbrio podem ser medidas e simuladas, também, através de medidas de Desempenho, com a seletividade e carregamento dos pares, e onde os grafos direcionados distinguem origem de destinos. Uma dessas medidas é a de Polaridade, que funciona como uma espécie de Centralidade “direcionada”, na qual pode ser observada a tensão entre pólos específicos e os efeitos desta tensão na trama do modelo urbano. Assim é possível compreender individualmente alguns desdobramentos, relacionados a algum ponto específico, determinado uso do solo, equipamento urbano ou grupo social.

Nesse sentido, os modelos com medidas de Centralidade diferenciadas, têm um caráter exploratório, no qual a análise preditiva pode avaliar impactos, já que modificando dados na entrada do modelo (traçado, atratores, etc.), pode-se observar alterações dos resultados (Colusso, 2007).

Hillier et al (1993) defendem que a configuração do traçado induz a um padrão comportamental de movimento, ou “caminho natural”, e que este fluxo é o que atrai as atividades, definindo o uso do solo. Uma vez instalados, os atratores vão seguir reforçando este caminho e fixando dos novos atratores nos lugares centrais.

As vias, por onde passam os fluxos até os centros ou pólos, ganham centralidade, atraindo atividades. Os atratores, por sua vez, procuram pontos, cuja configuração espacial ofereça a devida acessibilidade e o necessário movimento, que passa a ser influenciado também pelo novo atrator. Usualmente, o crescimento urbano ocorre ao longo das linhas de crescimento e o sistema viário que conecta o núcleo urbano e seus arredores atua como linha condutora da forma urbana (Salamoni, 2008).

Esta linha condutora pode ser visualizada como o “supergrid”, ou seja, as linhas axiais mais integradas onde ocorre o movimento mais global, cujas conexões de interfaces com o grid local são pontos bastante centrais (Read, 2005).

O crescimento urbano por extensão está baseado na ocupação das regiões periféricas, onde ocorre a transformação de áreas rurais em áreas urbanizadas. (Rigatti, 2001).

Segundo Polidori (2007), os atratores e novos empreendimentos, que trazem crescimento urbano, objetivam a maior renda, assim locais que tenham, ao mesmo tempo, a melhor localização a um menor custo de aquisição, estão em vantagem. Portanto, o entorno influencia o crescimento, pois um determinado ponto bem localizado estimula seus pontos vizinhos, nem tão bem localizados, mas com o solo a preços mais acessíveis. Atualmente, existem modelos de simulação, baseados no celular automata, que permitem testar as potenciais alternativas para novas atividades. As tensões polares, axiais e difusas entre os diferentes pares de células com diferentes atributos e carregamentos ajudam a identificar os padrões de crescimento urbano. Nesse sentido, Polidori diz que o potencial de crescimento está nas interfaces entre o urbano e o não-urbano, criando frentes de expansão em forma de linhas.

Com base no referencial teórico, pode-se entender que os contornos viários são estruturas implantadas ao redor de um tecido urbano, as quais podem alterar os fluxos de circulação de uma cidade e atrair novas atividades, causando mudanças no uso e ocupação do solo. Assim, num processo cíclico e que envolve todo o sistema urbano, as medidas de centralidade e acessibilidades também são alteradas.

Nas cidades pequenas, nas quais as diferenças nos fluxos têm uma força mais determinante, e para as quais a vinda de novos atratores costuma ser mais rara, os contornos viários podem ter fortes impactos na morfologia urbana, demonstrando o valor e a oportunidade do contorno viário enquanto organizador da cidade.

Finalmente, os modelos de Centralidade podem servir de ferramentas na exploração e simulação das evoluções nas forma e configuração de cidades circundadas por diferentes traçados de contornos.

2.3. Apresentação da Metodologia

O método utilizado no experimento é o da Análise Espacial, baseada nas propriedades configuracionais da Acessibilidade e da Centralidade, com as quais podemos comparar as diferenças nas estruturas urbanas. Assim, com esses subsídios – e com o Estado da Arte do tema “Contorno Viário” - é possível compreender e comparar a relação entre as cidades e estas estruturas que as contornam.

Os efeitos dos contornos viários nas cidades do Estudo de Caso serão testados e simulados através do programa computacional Medidas Urbanas, que foi desenvolvido em conjunto entre o PROPUR/UFRGS e a UFPEL, sob a coordenação dos professores Dr. Rômulo Krafta e Dr. Maurício Polidori, e com a programação de Juliano Granero. Esse software realiza análises espaciais a partir de modelos configuracionais urbanos de base morfológica. São utilizados dados espaciais, que permitem a visualização gráfica vetorial dos espaços interconectados da cidade, em forma de mapas, e dados tabulares, onde um banco de dados possui as informações dos espaços e seus atributos e carregamentos.

Através da expressão reduzida da cidade, mostrando a espacialidade territorial e as atividades realizadas, o modelo pode calcular as relações entre cada parte de um todo. Portanto o sistema é alcançável, pois desde uma célula pode se chegar a qualquer outra. Isto pode ocorrer por conexão direta de vizinhança ou por alcançabilidade remota, neste caso quando as células em questão não são vizinhas diretas, mas têm relações de complementaridade funcional que criam tensões entre ambas (Krafta, 2008).

As formas mais comuns de descrever entidades espaciais são: a) o nó, cuja caracterização mais própria é a intercessão viária, assim como a extremidade de uma via urbana; b) o trecho, definido como a extensão de via pública limitada por duas intercessões consecutivas, ou uma intercessão e uma extremidade; c) a linha, que pode ser definida axialmente (extensões de vias públicas retilíneas) ou por continuidade (vias públicas contínuas); e ainda a zona, ou polígono, representando

porções do território, como bairros, zonas de tráfego, setores censitários, etc. As formas mais comuns de medir distância são a medida métrica retangular (distância métrica medida pelo sistema viário), a medida métrica polar (distância métrica medida em linha reta), e a medida topológica (a quantidade de entidades espaciais interpostas entre cada par de pontos).

Os softwares disponíveis no Grupo de Pesquisa em Sistemas configuracionais urbanos, da FAU/UFRGS, liderado pelo Prof. Dr. Rômulo Krafta, permitem calcular acessibilidade por trechos, linhas e nós, com medidas de distância topológica e geométrica retangular. Este estudo optou pela representação em forma de pontos, uma vez que esta representa melhor o mapa da cidade, com suas esquinas e ruas.

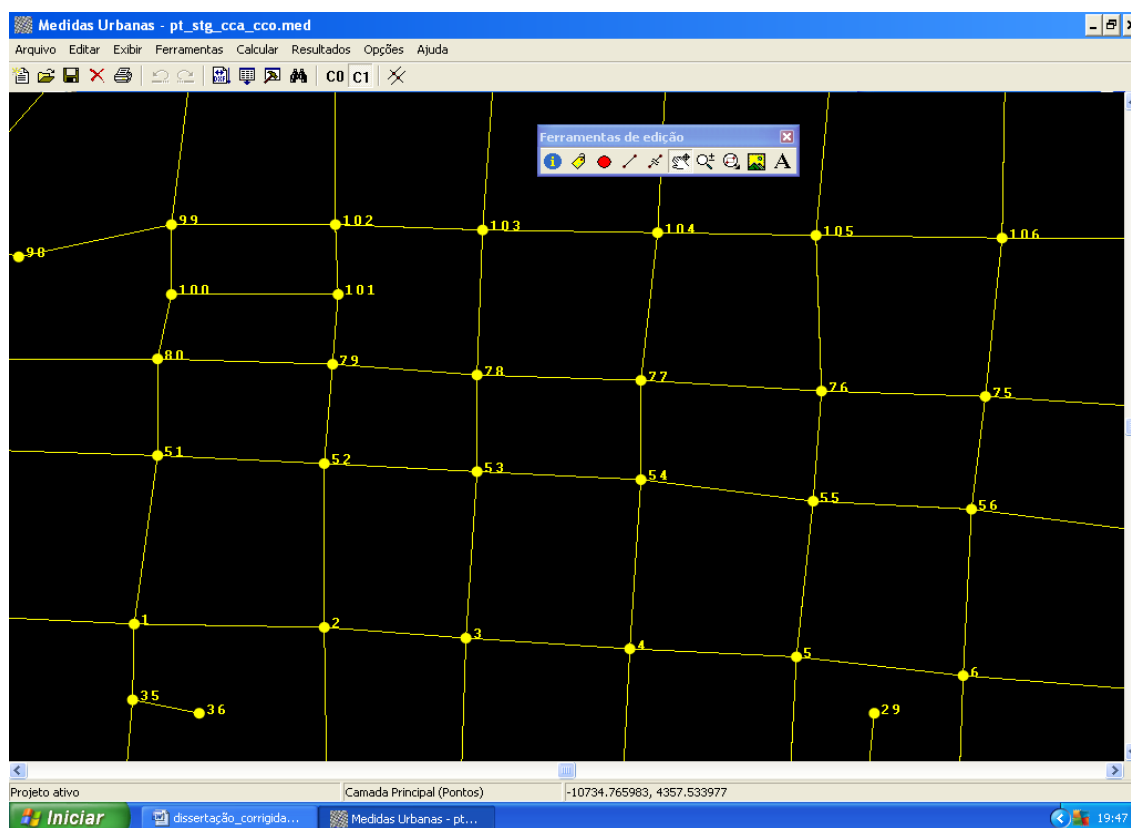


Figura 1: Representação da cidade em forma de nós, no Software Medidas Urbanas.

A cidade, representada graficamente, é, então carregada com o peso de seus diferentes atributos. Desse modo pode ser estudada como um Modelo Urbano, no qual todos os pontos estão interligados geograficamente e sócio-economicamente. Nas páginas seguintes, são apresentadas as diferentes Análises Espaciais que esta pesquisa pretende realizar, com o auxílio do software Medida Urbanas:

2.3.1. Análise Espacial Intra-urbana

Os contornos são trechos novos de vias públicas que, ao serem implantadas, modificam as medidas de acessibilidade e a centralidade. Essa modificação pode ser relevante ou não para os padrões de comportamento da cidade (excluído o tráfego de passagem rodoviário), dependendo de como está posicionado em relação ao restante do sistema viário urbano. Assim, a análise de acessibilidade e da centralidade pode revelar a extensão dos efeitos da implantação de contornos sobre as cidades.

2.3.1.1. Acessibilidade

Acessibilidade é uma medida de diferenciação espacial baseada na distância relativa e na conectividade entre os espaços urbanos. Essa medida não considera os diferentes atributos e carregamentos, portanto mede a hierarquia baseada somente na força do traçado. Na sua forma mais simples, a acessibilidade de um ponto em relação a outro é dada pela distância entre ambos, medida pelo menor caminho. Considerando um sistema de muitos pontos, a acessibilidade de cada uma será, por extensão, o somatório de distâncias dele a todos os demais. Um ranking fica, então, estabelecido, apontando aqueles espaços com o menor somatório como os mais acessíveis. Variações da medida de acessibilidade podem ocorrer por meio das possíveis definições de 'pontos', ou seja, de entidades espaciais discretas que compõem o sistema urbano, e na forma de medir a distância entre essas entidades – neste caso, topológica ou geométrica. A medida Topológica considera a distância como sendo uma sequência de pontos, independente da distância métrica real. Já a medida Geométrica é obtida considerando a distância verdadeira entre os pontos.

Os resultados oferecidos pela medida são geralmente interpretados como vantagens locais, ou seja, pontos com maior acessibilidade teriam vantagens locais em relação a pontos com menor acessibilidade e, conseqüentemente, maior valor de utilidade, e maior valor imobiliário, ambos derivados da sua melhor condição de sediar atividades urbanas mais competitivas.

2.3.1.2. Centralidade

A centralidade é uma medida de posição relativa de um determinado ponto, baseada na distância, na conectividade e na interação entre os espaços urbanos. Na sua forma mais simples, considera-se um ponto como central a um par de outros pontos se esse primeiro ponto estiver no caminho mínimo entre o par, ou seja, constituir-se como ligação entre os pontos do par considerado. O ponto mais central é aquele por onde passa o maior número de caminhos mínimos entre todos os pontos do sistema. A centralidade pode ser medida através das distâncias topológicas ou geométricas.

Ainda, as medidas de centralidade podem ser ponderadas pelos atributos de cada localização urbana, permitindo, assim, uma avaliação mais ampla e rigorosa dos padrões de diferenciação espacial urbana. Deste modo, cada ponto da cidade poderá ter o seu peso relativo, dependendo do seu uso do solo, por exemplo. Portanto, a centralidade pode ser um indicativo da dinâmica da cidade, que considera a importância das relações sócio-econômicas e dos estoques.

Os resultados da medida são normalmente interpretados como expressão de hierarquia espacial urbana, sendo os lugares mais centrais os que normalmente concentram a maior intensidade de uso, ocupação e atividade urbanas. Como tal, a centralidade pode ser afetada pela inserção de novos trechos de vias públicas. Da mesma maneira, a implantação de uma nova estrutura, como o contorno viário, na rede urbana pode estimular novas centralidades, uma vez que pode alterar os caminhos mínimos entre os pontos da cidade.

2.3.2. Análise Espacial Exploratória

As medidas de Acessibilidade e de Centralidade, acima referidas, permitem também explorar, através de simulações, as diferentes possibilidades de inserção de by-passes (contornos). Esse tipo de exploração possibilita a visualização dos diferentes efeitos que esta estrutura viária poderia ter na cidade como um todo. Este estudo simulou as seguintes variações:

2.3.2.1. Variação da conectividade – Simulações com o número de acessos à cidade, isto é, com a implantação de novas ruas entre os contornos e o casco da cidade, que alterariam as medidas de Acessibilidade e de Centralidade;

2.3.2.2. Variação da distância – Simulações variando o traçado do contorno viário, onde as medidas de Acessibilidade e de Centralidade poderiam ser diferentes, dependendo da distância entre o contorno e o casco da cidade;

2.3.3. Análise Espacial Microrregional

As medidas configuracionais também são úteis para análises que envolvam mais de uma cidade, com polarização extra-urbana. Nessa situação, o sistema pode medir, através de uma centralidade orientada, chamada de Polaridade, o desempenho da cidade-alvo em relação aos pólos regionais, que tensionam a travessia urbana. Através da seleção e carregamento de determinados pares – origens/demanda e destinos/oferta - é possível visualizar os efeitos da tensão regional na trama urbana.

Abaixo, um resumo dos procedimentos apresentados no cap. 3, da Experimentação:



Figura 2: Lista dos procedimentos realizados neste estudo.

3. EXPERIMENTAÇÃO

3.1. Apresentação do Estudo de Caso

A RS 377 é uma estrada concluída recentemente, considerada um corredor de exportação entre a Argentina (via Uruguaiana) e o centro do Brasil. Esta rodovia diagonal passa por diversas cidades em seus quase 350 km, desde Alegrete até Ijuí, constituindo diferentes traçados de contorno ao redor das manchas urbanas. Como Estudo de Caso para essa pesquisa, utiliza-se os trechos desta rodovia nos contornos das cidades de São Francisco de Assis e de Santiago, pois elas caracterizam dois padrões de cidades pequenas, uma com 15.000 habitantes, e a outra com 50.000 habitantes, aproximadamente. Os diferentes traçados, populações, configurações e dinamismo ensejam, também, diferentes transformações na forma urbana, que podem trazer uma diversidade interessante para o estudo comparativo.

A implantação do contorno viário pode alterar as distâncias e as relações entre os diversos pontos das cidades, alterando, assim, as acessibilidades urbanas. As mudanças quantitativas e qualitativas dessas tensões podem, por sua vez, indicar diferentes tendências de alterações nos usos dos solos. Assim, o caso prático de São Francisco de Assis e Santiago, onde foram implantados contornos viários, pode servir como um Estudo de Caso de transformação na forma urbana.

Nas páginas seguintes são apresentados alguns mapas e informações relativas às cidades envolvidas neste estudo.

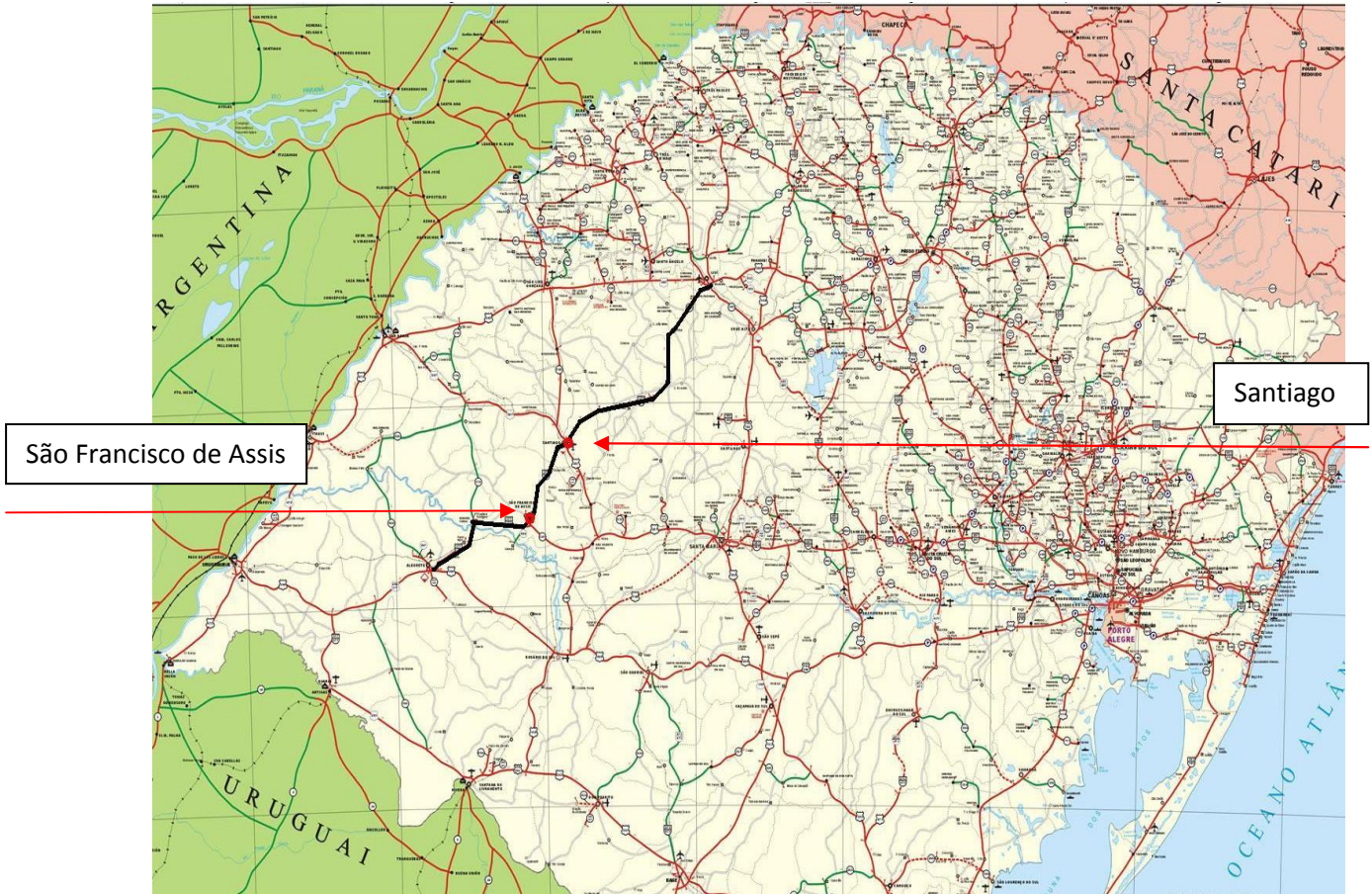


Figura 3: Mapa do Rio Grande do Sul, com o traçado da RS 377 (Fonte: DAER)



Figura 4: Rodovia RS 377, com 60 km entre São Francisco de Assis e Santiago (Fonte: Google Earth)

	Área Urbana	População Urbana	Densidade
São Fco. de Assis	680 Ha	13.495 Hab.	20 Hab/Ha
Santiago	1570 Ha	44.735 Hab.	28 Hab/Ha

Figura 5: Dados relativos às cidades do Estudo de caso. (Fonte: IBGE)

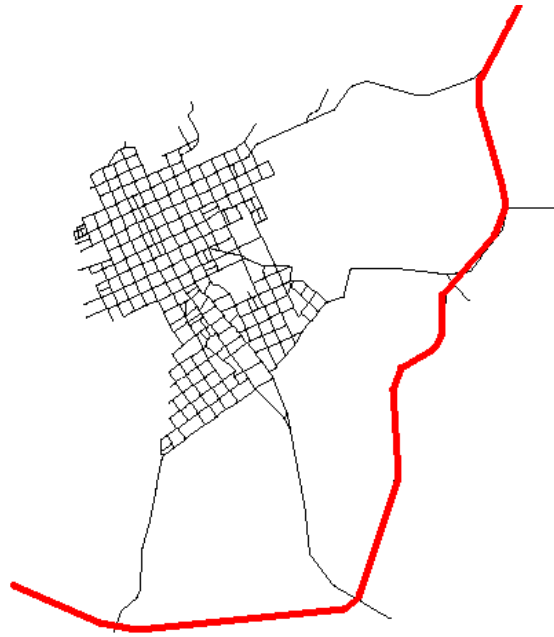


Figura 6: Mapa do tecido urbano de São Fco. de Assis, com o contorno viário da RS 377 (vermelho).

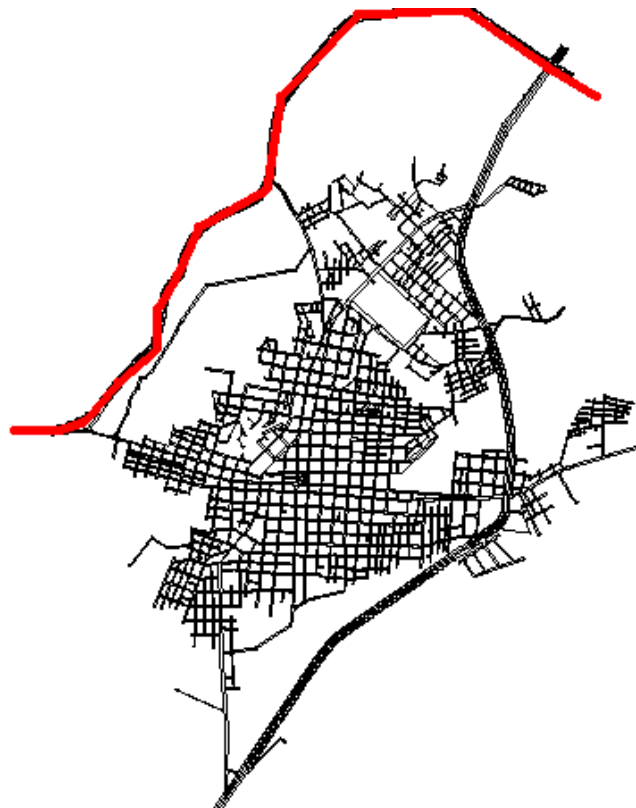


Figura 7: Mapa do tecido urbano de Santiago, com o contorno viário da RS 377 (vermelho).



Figura 8: Imagem do Contorno da RS 377 em de São Francisco de Assis, RS (Fonte: Google Earth)

As figuras 8 e 9, desta página, estão na mesma escala e mostram ambas cidades deste Estudo de Caso com seus respectivos Contornos Viários, conforme estes foram executados.

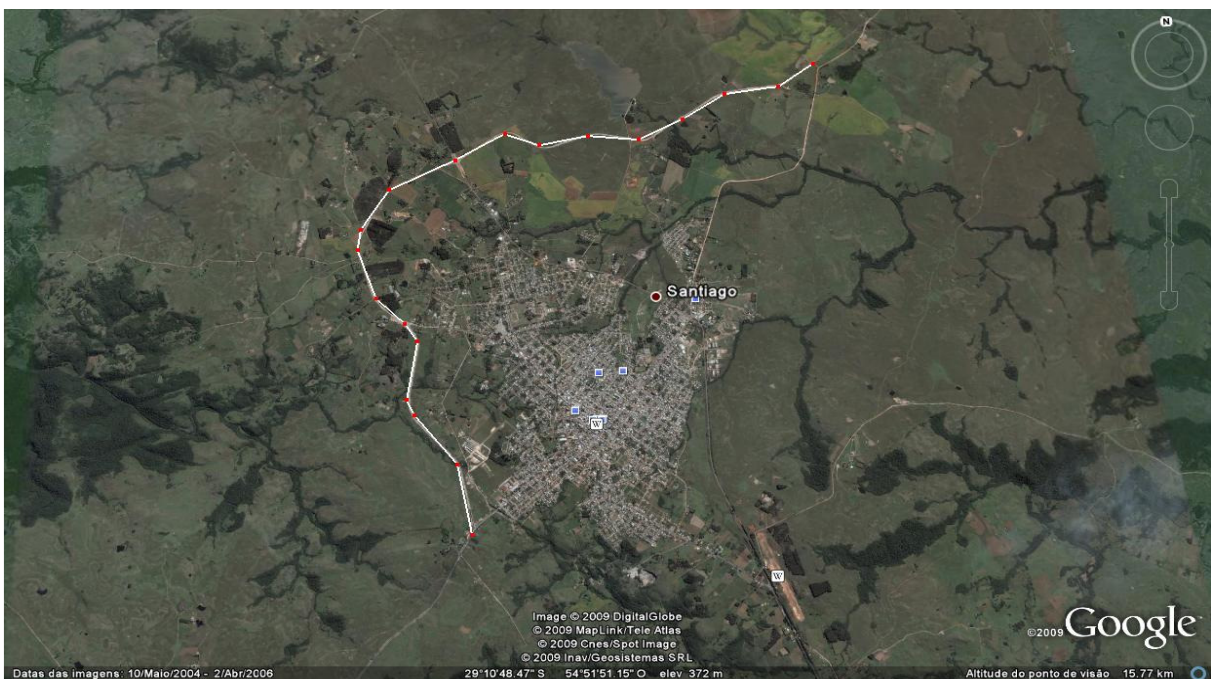


Figura 9: Imagem do Contorno da RS 377 em Santiago, RS.(Fonte: Google Earth)

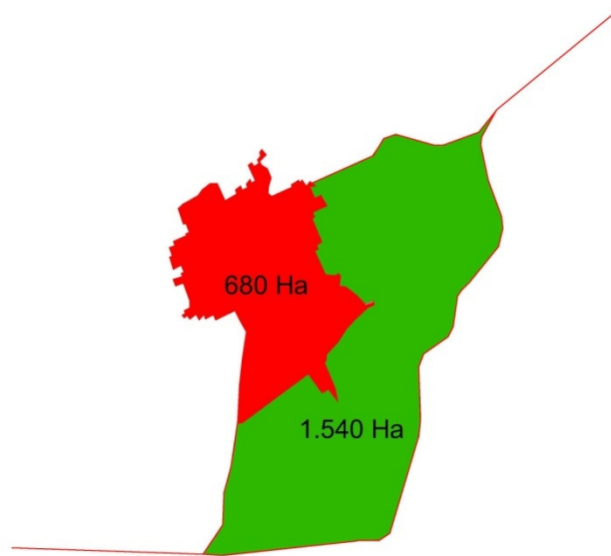


Figura 10: Área da mancha urbana de São Francisco de Assis (vermelho) e a área da franja urbana entre a cidade e o contorno (verde).

Nas figuras 10 e 11, desta página, pode-se observar as áreas do tecido urbano consolidado, bem como as áreas rurais localizadas entre a cidade e o contorno viário, entendida como “franja urbana”. Esta comparação nos permite visualizar que a cidade de São Francisco de Assis possui uma área de expansão até o contorno que equivale ao dobro de sua área urbanizada. Já a cidade de Santiago, possui uma área de expansão praticamente igual à própria área urbanizada.

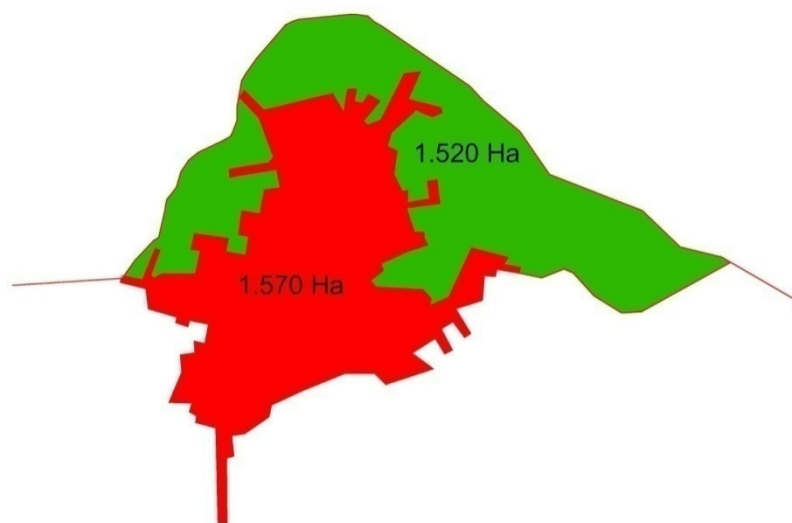


Figura 11: Área da mancha urbana de Santiago (vermelho) e a área da franja entre a cidade e o contorno (verde).

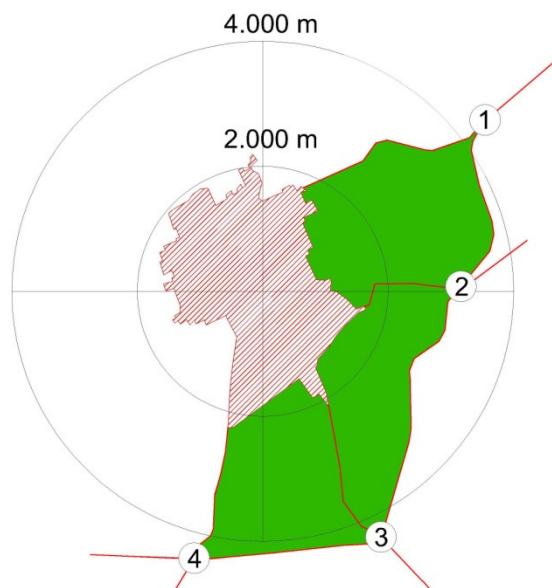


Figura 12: Conexões entre os eixos de acesso e o contorno viário, na cidade de São Fco. de Assis.

Nas figuras 12 e 13, desta página, pode-se observar as rotas de ligação entre o tecido urbano consolidado e o contorno viário. Esse tipo de conexão pode ser chamado de “portal da cidade”, pois marca os eixos da entrada da cidade. Nos mapas apresentados podemos observar que São Francisco de Assis possui 4 (quatro) ligações com o contorno viário, enquanto Santiago possui 6 (seis) ligações. Portanto a cidade de Santiago pode ser considerada mais conectada fisicamente com a Rodovia RS 377, se comparada à São Francisco de Assis.

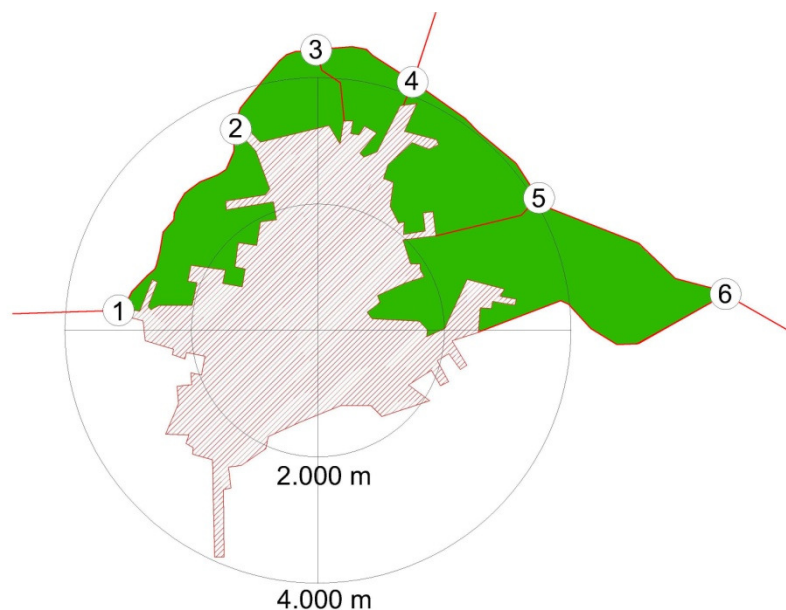


Figura 13: Conexões entre os eixos de acesso e o contorno viário, na cidade de Santiago.

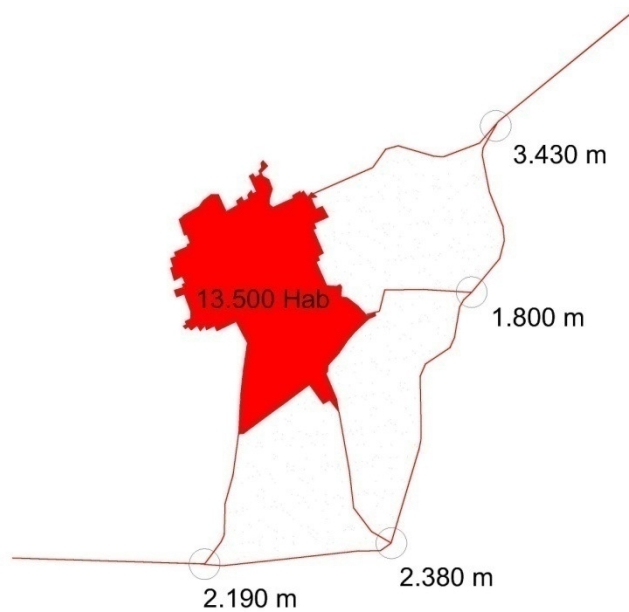


Figura 14: Distância das rotas que ligam o contorno até a mancha urbana de São Francisco de Assis.

Nas figuras 14 e 15, desta página, pode-se observar as manchas urbanas de São Francisco de Assis e de Santiago, com suas respectivas populações e com as distâncias da cidade até o contorno. Santiago, além de possuir mais eixos de acesso, apresenta distâncias Cidade-Contorno consideravelmente menores que as de São Francisco de Assis. Santiago tem o contorno viário inscrito praticamente no mesmo raio que sua própria mancha urbana. Já São Francisco de Assis tem o contorno viário inscrito num raio que é o dobro do raio de sua mancha urbana.

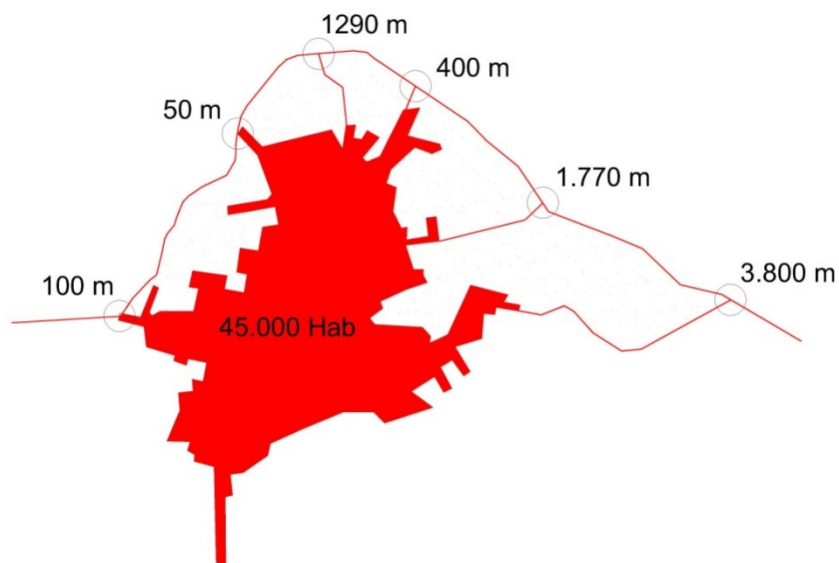


Figura 15: Distância das rotas que ligam o contorno até a mancha urbana de Santiago.

3.2. Variáveis e Descrição do Sistema

O experimento inicia com a confecção, para cada cidade, de mapas em forma de nós, onde cada ponto é uma esquina e representa uma entidade individual. O trabalho é feito usando o software Medidas Urbanas, onde, em ambiente SIG, cada ponto é considerado uma ID, com seu respectivo código numérico. Este mapa é alimentado com as informações quanto ao uso do solo. Para tanto, foram utilizados dados obtidos nas prefeituras, pesquisas de campo in loco e a ferramenta do Google Earth. As informações dos quarteirões foram centralizadas nos pontos de intersecção (esquinas), de modo que cada ID contém dados até a metade das quadras de sua adjacência.

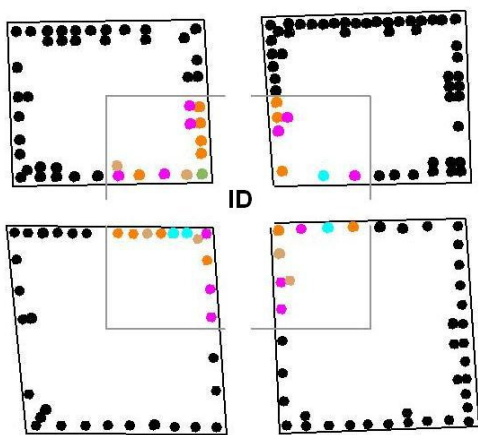


Figura 16: Distribuição das informações por ID

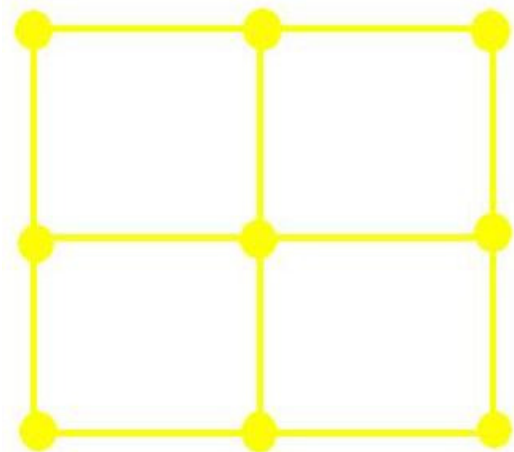


Figura 17: Representação nodal dos quarteirões

3.2.1. Cadastro de Uso do Solo

Foram inseridos em cada sistema os dados referentes aos diferentes tipos de usos do solo, os quais terão diferentes pesos e diferentes classes. Os pesos podem ser estimados estatisticamente, mas nesse exercício isso não é necessário, pois é utilizada a mesma calibragem para as diferentes configurações. Isso permite a comparação entre ambas as cidades - São Francisco de Assis e Santiago.

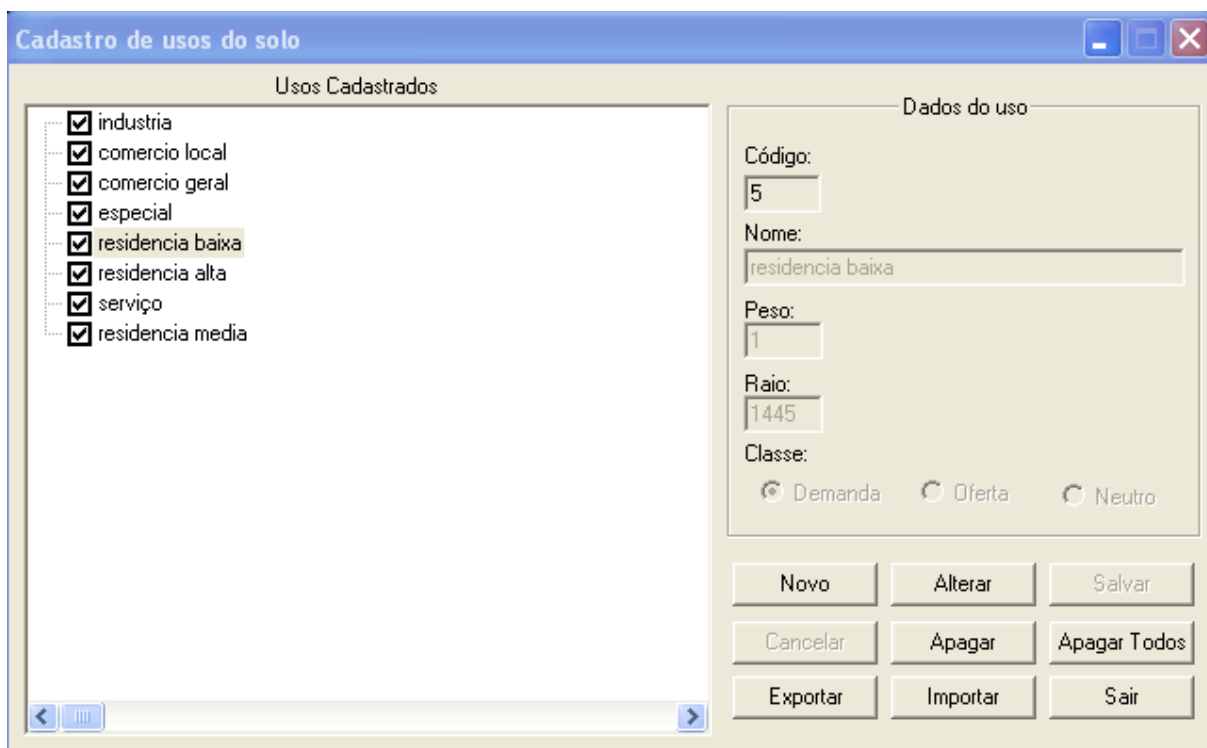


Figura 18: Janela para cadastrar os diferentes usos do solo. (Fonte: Software Medidas Urbanas)

Nesse estudo de caso, os pesos foram arbitrados de forma a indicar a relevância de um determinado uso, demonstrando um maior ou menor número de usuários, moradores ou consumidores. Já a classe, indica o fluxo, isto é, se o atributo é de oferta (destino) ou se o atributo é de demanda (origem). Em ambas as cidades foi utilizada a mesma forma de cadastro, conforme a tabela abaixo:

USO DO SOLO	PESO	CLASSE
Residência - Baixa Densidade	Peso 1	Demanda
Residência - Média Densidade	Peso 4	Demanda
Residência - Alta Densidade	Peso 8	Demanda
Serviço	Peso 10	Oferta
Comércio Local	Peso 15	Oferta
Comércio Geral	Peso 20	Oferta
Especial	Peso 25	Oferta
Indústria	Peso 5	Oferta

Figura 19: Tabela de cadastro de uso do solo com os respectivos pesos, utilizada tanto em São Francisco de Assis, quanto em Santiago.

3.2.2. Quantificação

Uma vez cadastrados os usos do solo, foi feita a quantificação, isto é, o carregamento de cada ponto ID com suas respectivas informações. O carregamento representa o número de vezes que um determinado uso aparece num ponto, por exemplo, quantas residências e quantas lojas estão localizadas nas adjacências de um ponto.

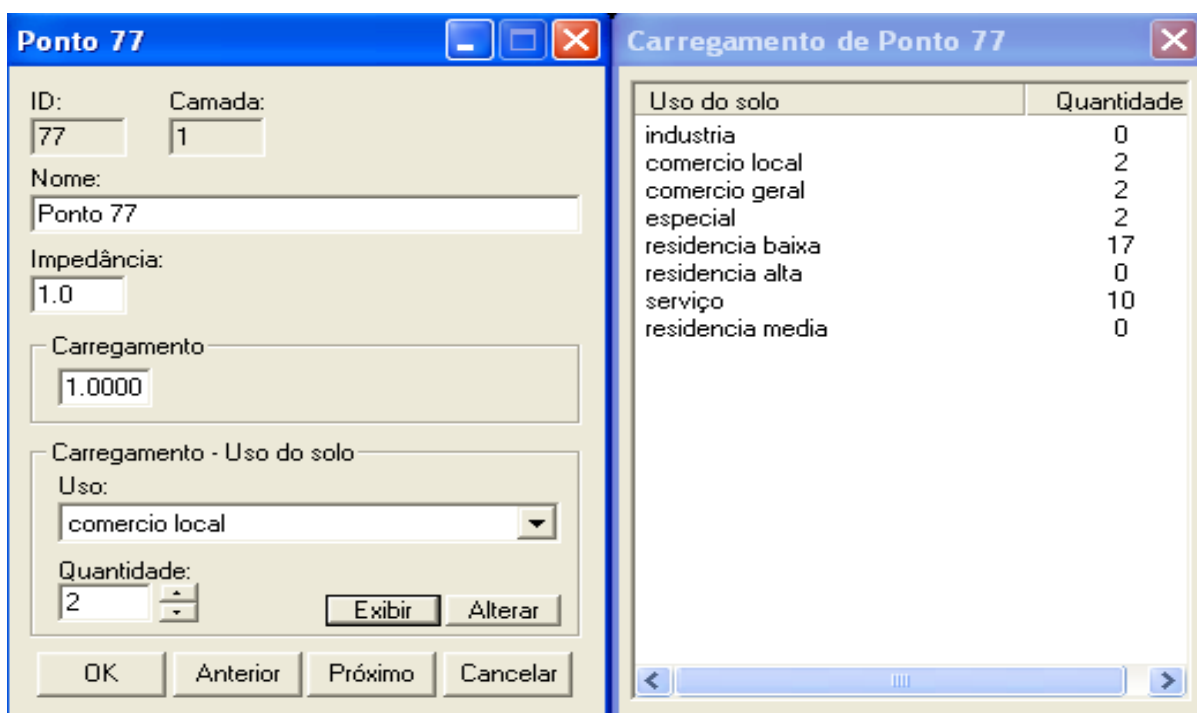


Figura 20: Exemplo da janela utilizada no programa para a quantificação de determinado uso/atributo em determinado nó (ID) do sistema. (Fonte: Software Medidas Urbanas)

3.3. Análise Espacial Intra-urbana

O software Medidas Urbanas calculou as medidas de Acessibilidade Topológica, Acessibilidade Geométrica, Centralidade Topológica e Centralidade Geométrica para ambas as cidades. Essas medidas foram tomadas tanto com o sistema carregado, quanto com o sistema não-carregado. Este último caso, sem a quantificação, possibilita uma análise planar, onde o esquema viário prepondera - ante a força do uso do solo. O programa fornece a visualização do mapa colorido das diferentes medidas nos diferentes pontos, conforme exemplo abaixo (os mapas de diferenciação espacial deste Estudo de Caso constam nos Anexos).

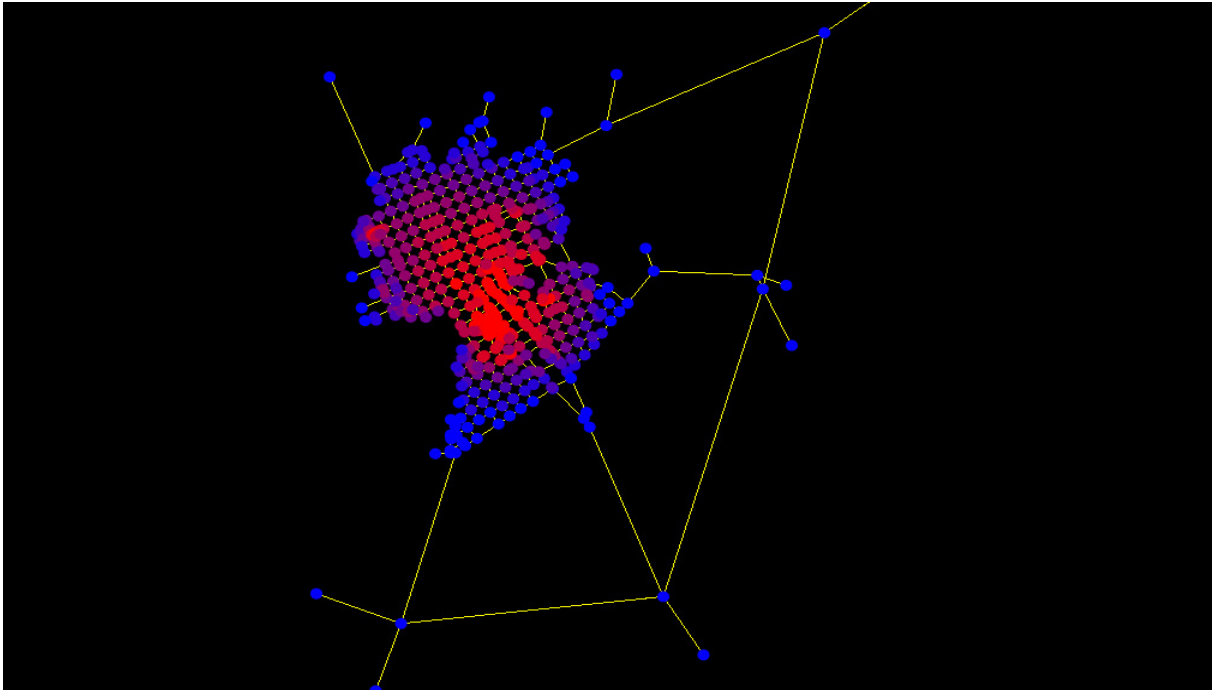


Figura 21: Exemplo da visualização do mapa colorido da diferenciação espacial do Software Medidas Urbanas. A variação vai do tom azul ao vermelho, indicando a ordem crescente das medidas calculadas. Obs.: Todos os mapas de visualização calculados pelo software estão nos Anexos.

Contudo, as análises foram feitas a partir da exportação das tabelas de cada uma das medidas para planilhas em formato Excel (.xcl), de onde foram extraídos diferentes gráficos para cada uma das cidades. Para a Análise Espacial Intra-urbana foram elaborados 16 diferentes gráficos comparativos - Sem Contorno x Com Contorno - já que o objetivo é estudar os desdobramentos que esta nova infraestrutura causa no sistema urbano existente. Abaixo seguem as comparações feitas:

	sem Contorno	com Contorno	
sem Carregamento	sfa_sca_sco_ace_top	sfa_sca_cco_ace_top	Acessibilidade
	sfa_sca_sco_ace_geo	sfa_sca_cco_ace_geo	
	sfa_sca_sco_cen_top	sfa_sca_cco_cen_top	Centralidade
	sfa_sca_sco_cen_geo	sfa_sca_cco_cen_geo	
com Carregamento	*sfa_cca_sco_ace_top	*sfa_cca_cco_ace_top	Acessibilidade
	*sfa_cca_sco_ace_geo	*sfa_cca_cco_ace_geo	
	sfa_cca_sco_cen_top	sfa_cca_cco_cen_top	Centralidade
	sfa_cca_sco_cen_geo	sfa_cca_cco_cen_geo	
São Francisco de Assis			

Figura 22: Tabela com as diferentes comparações entre gráficos para São Francisco de Assis, RS.

* As medidas de Acessibilidade, como já foi visto, independem do carregamento.

		sem Contorno	com Contorno	
sem Carregamento		stg_sca_sco_ace_top	stg_sca_cco_ace_top	Acessibilidade
		stg_sca_sco_ace_geo	stg_sca_cco_ace_geo	
		stg_sca_sco_cen_top	stg_sca_cco_cen_top	Centralidade
		stg_sca_sco_cen_geo	stg_sca_cco_cen_geo	
com Carregamento		*stg_cca_sco_ace_top	*stg_cca_cco_ace_top	Acessibilidade
		*stg_cca_sco_ace_geo	*stg_cca_cco_ace_geo	
		stg_cca_sco_cen_top	stg_cca_cco_cen_top	Centralidade
		stg_cca_sco_cen_geo	stg_cca_cco_cen_geo	
Santiago				

Figura 23: Tabela com as diferentes comparações entre gráficos para a cidade de Santiago, RS.

* As medidas de Acessibilidade, como já foi visto, independem do carregamento.

As comparações foram obtidas após classificação em ordem decrescente das medidas sem contorno, às quais foram justapostas, para os respectivos pontos ID, as medidas obtidas com o contorno. Ainda, nas planilhas dos modelos sem contorno foram inseridas ID's com medidas de valor zero, para serem comparadas com os novos pontos do contorno. Assim, ao inserir o gráfico foi possível observar os pontos exatos onde ocorreram alterações. É importante salientar, ainda, que as medidas foram tomadas em sua forma relativa, permitindo comparação entre cidades.

Figura 24: Exemplo da classificação em ordem decrescente das medidas de diferenciação Espacial.

Abaixo seguem gráficos comparativos, com as alterações do Contorno, e mapas com os pontos mais alterados - seja por aumento ou por diminuição das medidas.

3.3.1. São Francisco de Assis, sem Carregamento - Acessibilidade Topológica

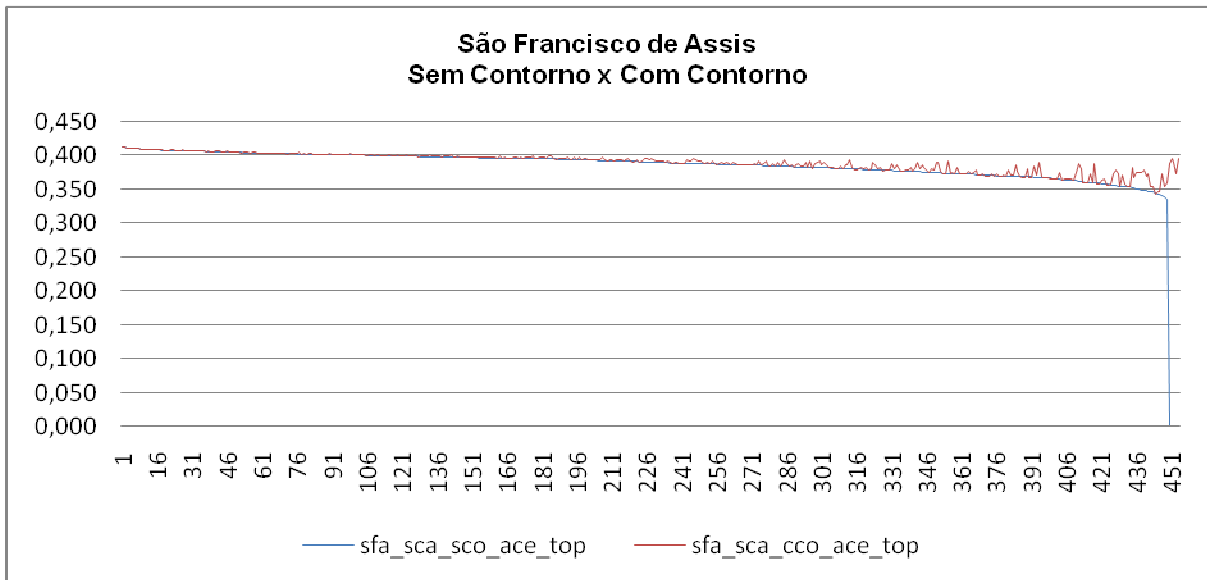


Figura 25: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Topológica sem contorno (azul) e Acessibilidade Topológica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema descarregado.

Nos pontos mais acessíveis praticamente não houve alterações após o contorno. As maiores alterações foram de aumento de Acessibilidade em alguns pontos anteriormente menos acessíveis. Estes estão localizados nos limites da zona urbana, junto às quatro ligações entre a cidade e contorno. Os novos pontos do contorno adquiriram uma centralidade similar às médias do sistema. Em nenhum dos pontos houve diminuição considerável da Acessibilidade.

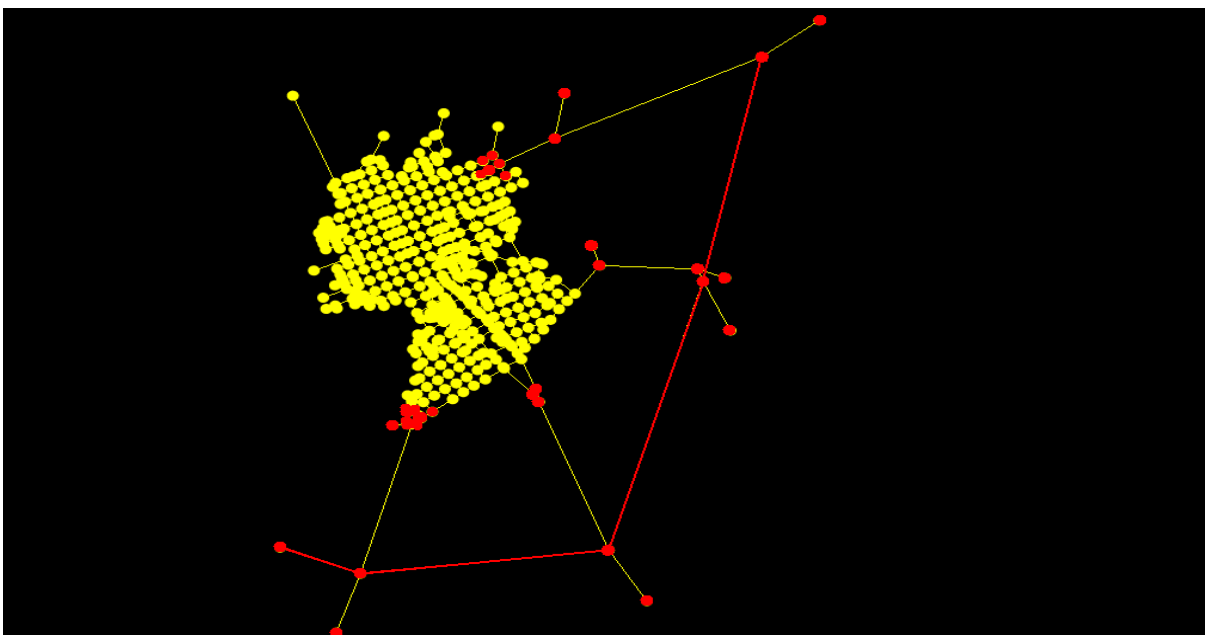


Figura 26: São Francisco de Assis ● Aumento da Acessibilidade ● Diminuição da Acessibilidade

3.3.2. São Francisco de Assis, sem Carregamento - Acessibilidade Geométrica

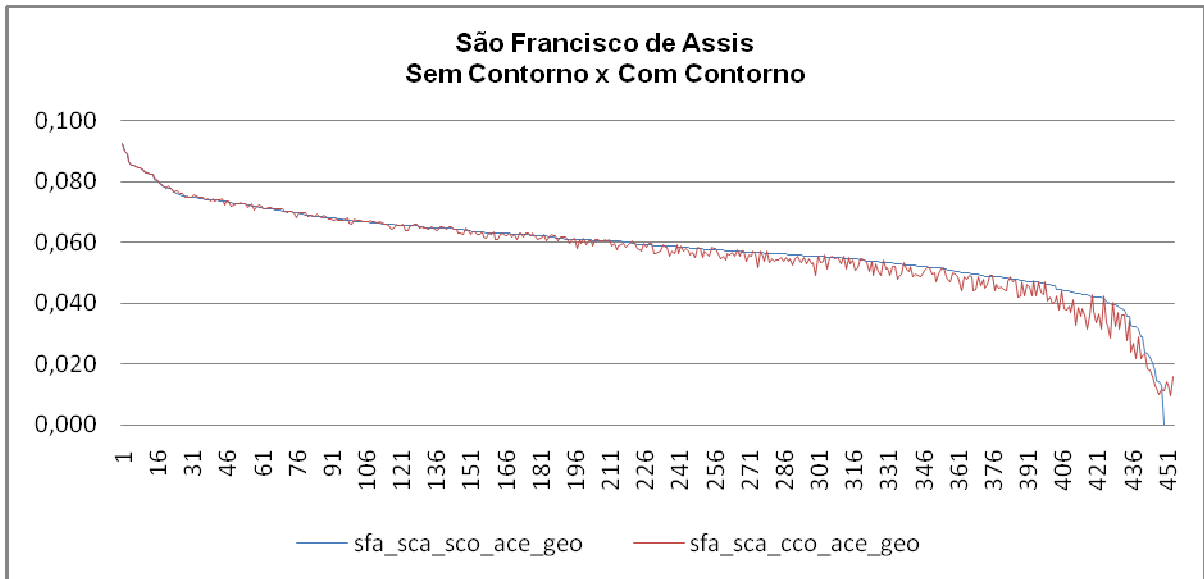


Figura 27: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica sem contorno (azul) e Acessibilidade Geométrica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema descarregado.

Na grande maioria dos pontos, a medida de Acessibilidade permaneceu igual ou diminuiu, após o contorno viário. Nos pontos mais acessíveis praticamente não houve alterações. Já as maiores diminuições de Acessibilidade ocorreram em áreas que já tinham uma medida baixa, principalmente as localizadas nos limites da cidade, em direção ao contorno. Os únicos aumentos de Acessibilidade, obviamente, foram nos novos pontos do Contorno Viário, contudo, estes tiveram as medidas mais baixas de todo o sistema.

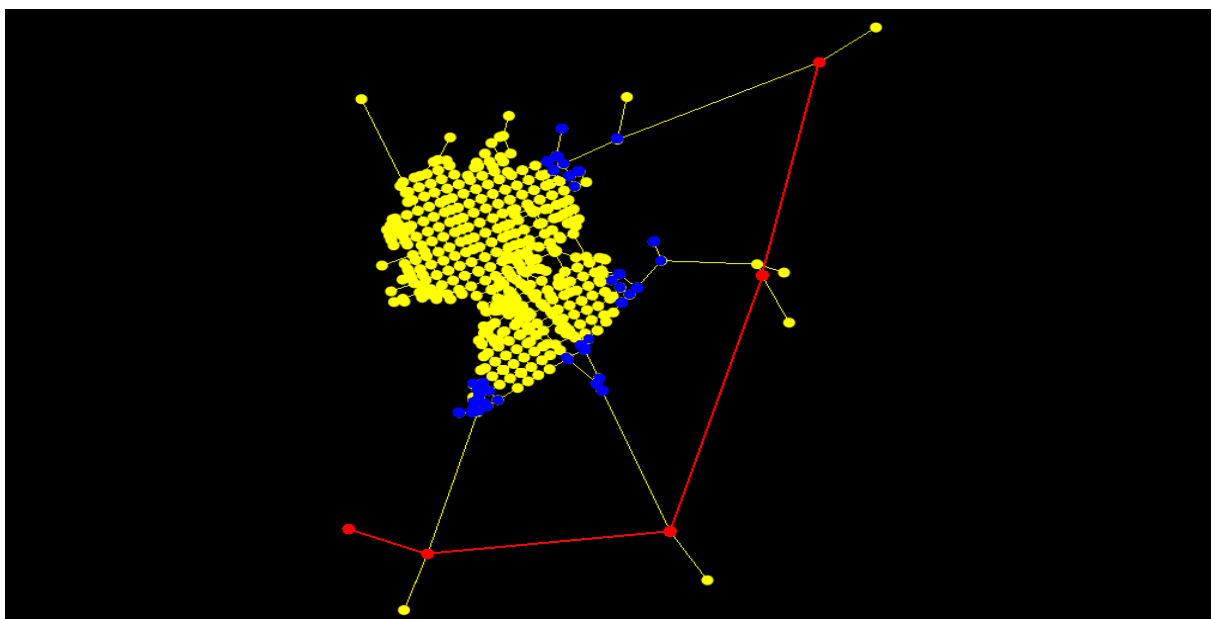


Figura 28: São Francisco Assis ● Aumento da Acessibilidade ● Diminuição da Acessibilidade

3.3.3. São Francisco de Assis, sem Carregamento - Centralidade Topológica

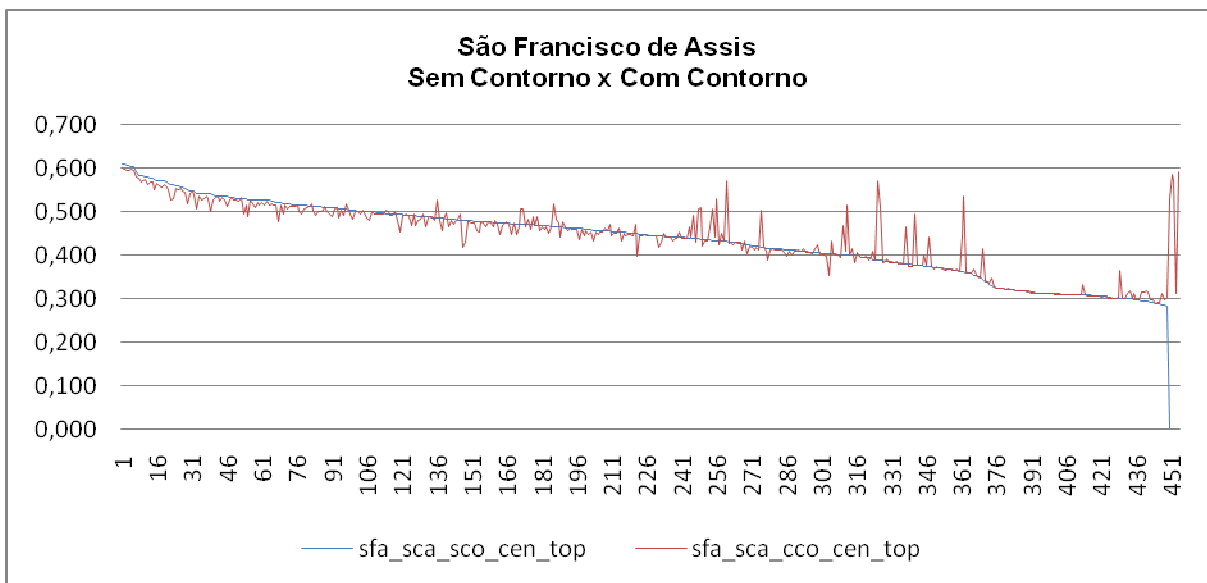


Figura 29: Gráfico comparativo entre Centralidade Topológica sem contorno (azul) e Centralidade Topológica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema descarregado.

As diminuições de Centralidade ocorreram, principalmente, nos pontos com Centralidade acima da média, que faziam a ligação intra-urbana entre os extremos da cidade. Já os aumentos de Centralidade ocorreram naqueles pontos, anteriormente menos centrais, localizados nos limites da zona urbana que dão acesso ao contorno. Houve um grande aumento de centralidade nos pontos ID 266, ID 320, ID 316 e ID 145, localizados entre a cidade e o contorno viário, colocando-os entre os mais centrais da cidade. Os novos pontos do Contorno Viário se mostraram, praticamente, os mais centrais de todo o sistema.

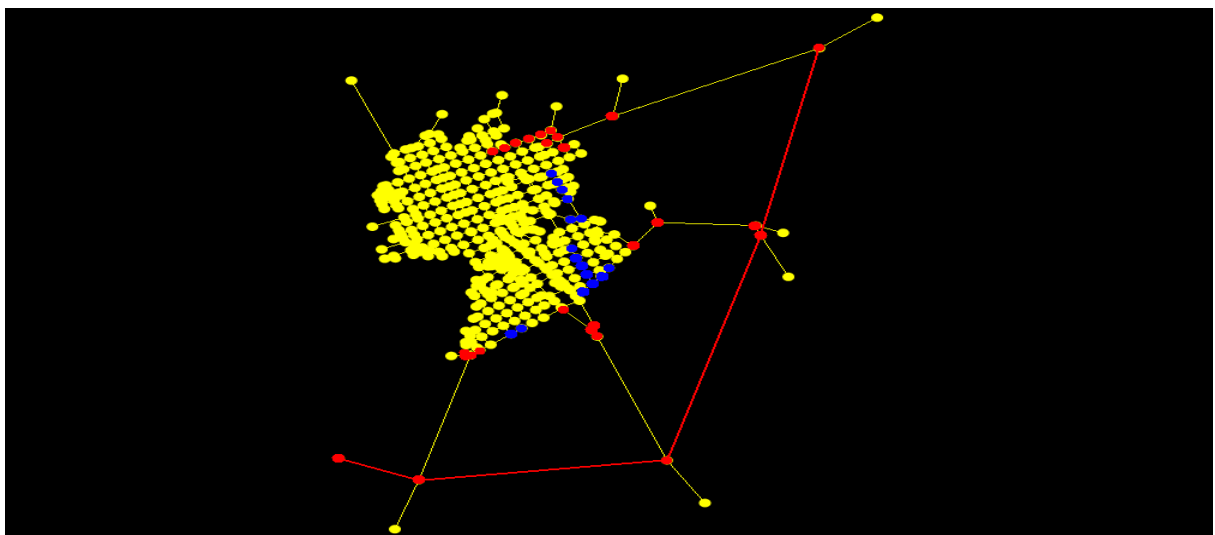


Figura 30: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.3.4. São Francisco de Assis, sem Carregamento - Centralidade Geométrica

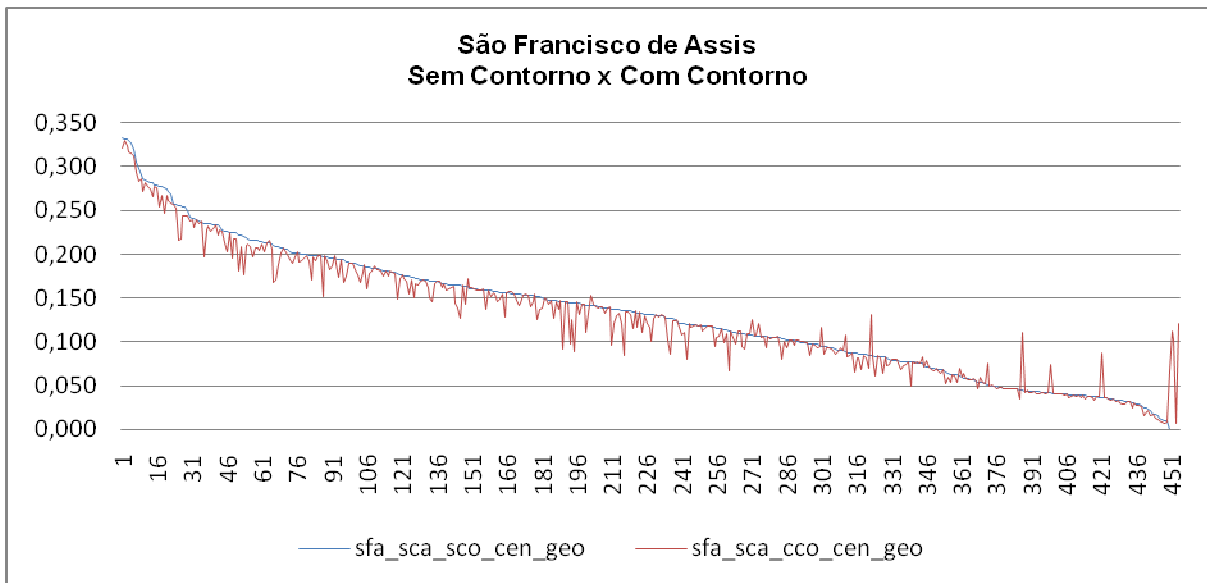


Figura 31: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica sem contorno (azul) e Centralidade Geométrica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema descarregado.

A maior parte dos pontos diminuiu a Centralidade após o contorno viário, principalmente os que faziam a ligação intra-urbana entre os extremos da cidade. Os poucos aumentos de Centralidade, além dos novos pontos do contorno, ocorreram em dois dos extremos da cidade em direção à nova rodovia (ID 266, ID 320, ID145...). Contudo, nenhum destes pontos ficaram entre os mais centrais da Cidade.

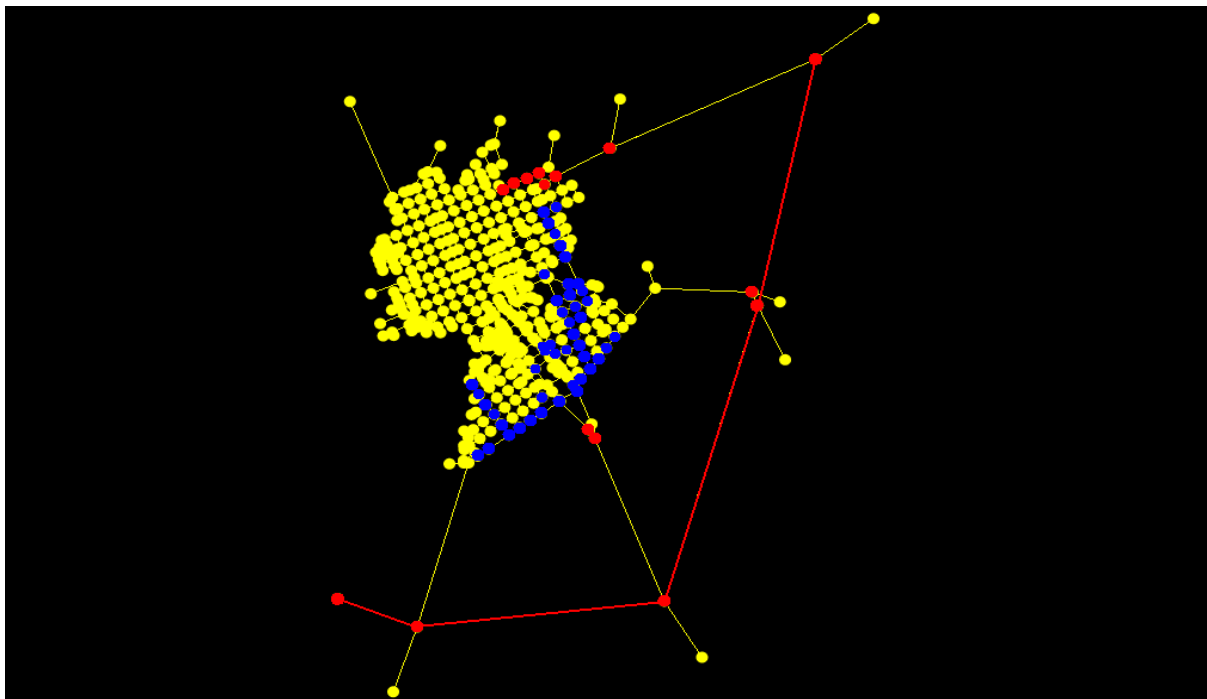


Figura 32: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.3.5. São Francisco de Assis, com Carregamento - Centralidade Topológica

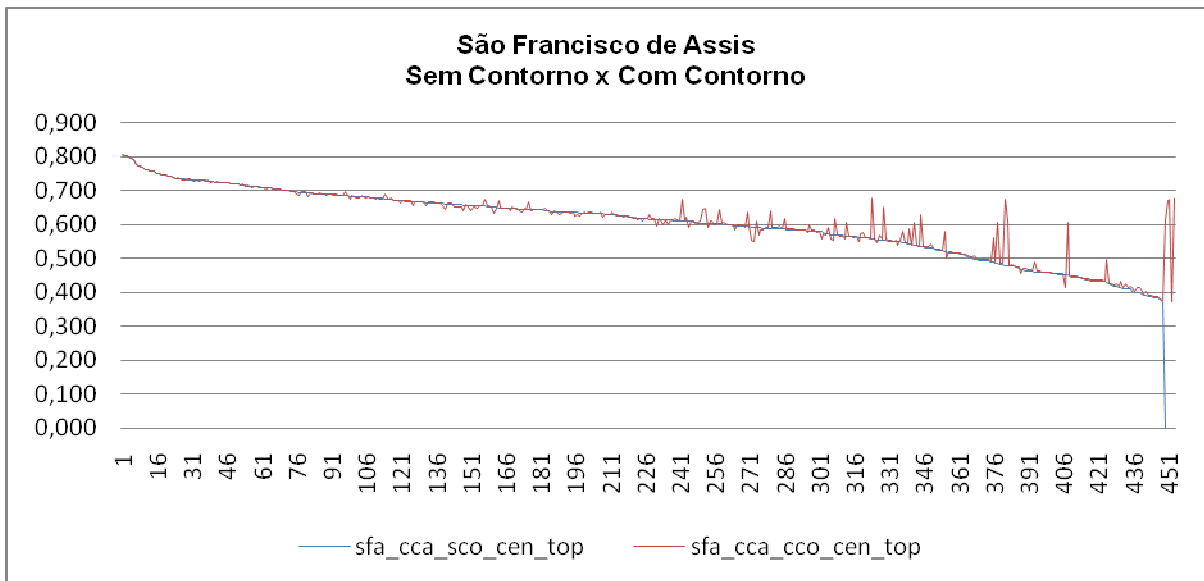


Figura 33: Gráfico comparativo entre Centralidade Topológica sem contorno (azul) e Centralidade Topológica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema carregado.

Os pontos de maior Centralidade antes do contorno não sofreram muitas alterações, e seguiram entre os mais centrais. As maiores alterações, principalmente de aumento de Centralidade, ocorreram em pontos anteriormente menos centrais, localizadas nos limites da cidade, em direção ao contorno viário. Os novos pontos, no contorno, apresentaram uma medida de centralidade acima da média. As diminuições de Centralidade consideráveis foram poucas, se resumindo a dois pontos nos limites da cidade e a um outro ponto localizado além do contorno.

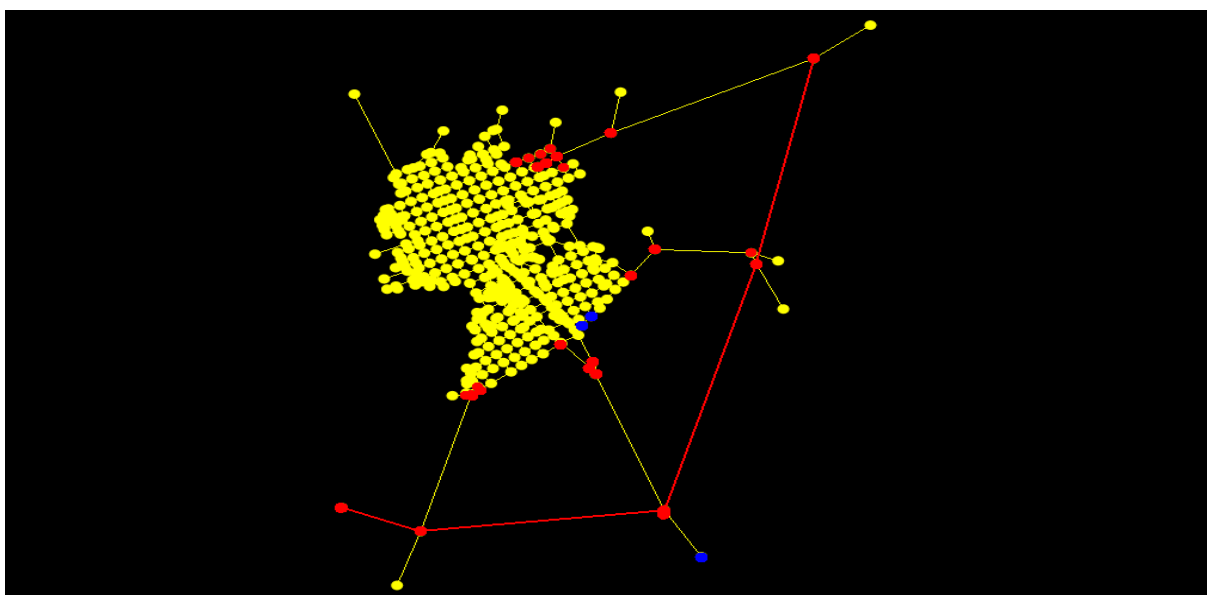


Figura 34: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.3.6. São Francisco de Assis, com Carregamento - Centralidade Geométrica

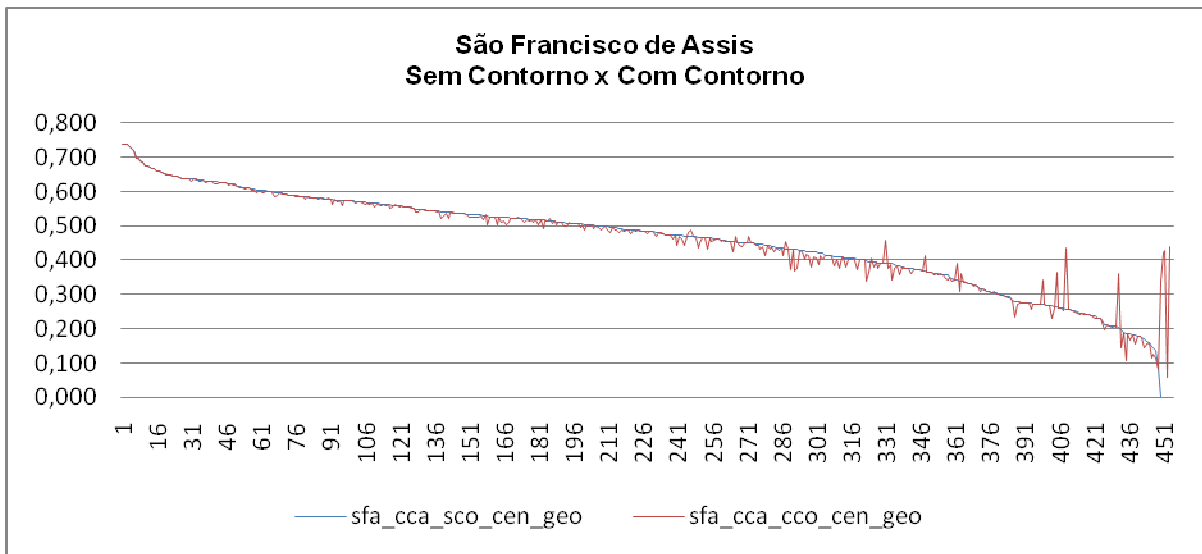


Figura 35: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica sem contorno (azul) e Centralidade Geométrica com contorno (vermelho), para São Francisco de Assis com o sistema carregado.

Os pontos anteriormente mais centrais não tiveram muitas alterações, e seguiram tendo as maiores medidas de Centralidade após o contorno. As maiores alterações, tanto de aumento quanto de diminuição de Centralidade, ocorreram nos pontos anteriormente menos centrais. Os poucos aumentos de Centralidade, além dos novos pontos do contorno, ocorreram nos quatro extremos da cidade em direção à nova rodovia. Contudo, esses pontos não ficaram entre os mais centrais da Cidade. Já as diminuições, ocorreram em dois limites da zona urbana.

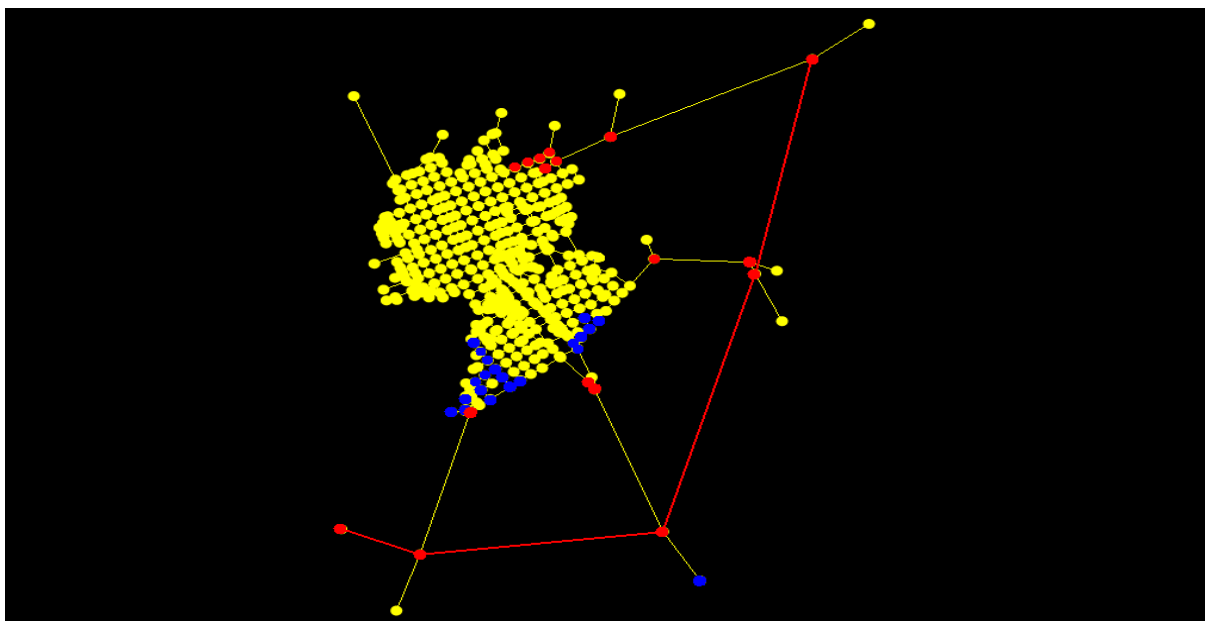


Figura 36: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.3.7. Santiago, sem Carregamento - Acessibilidade Topológica

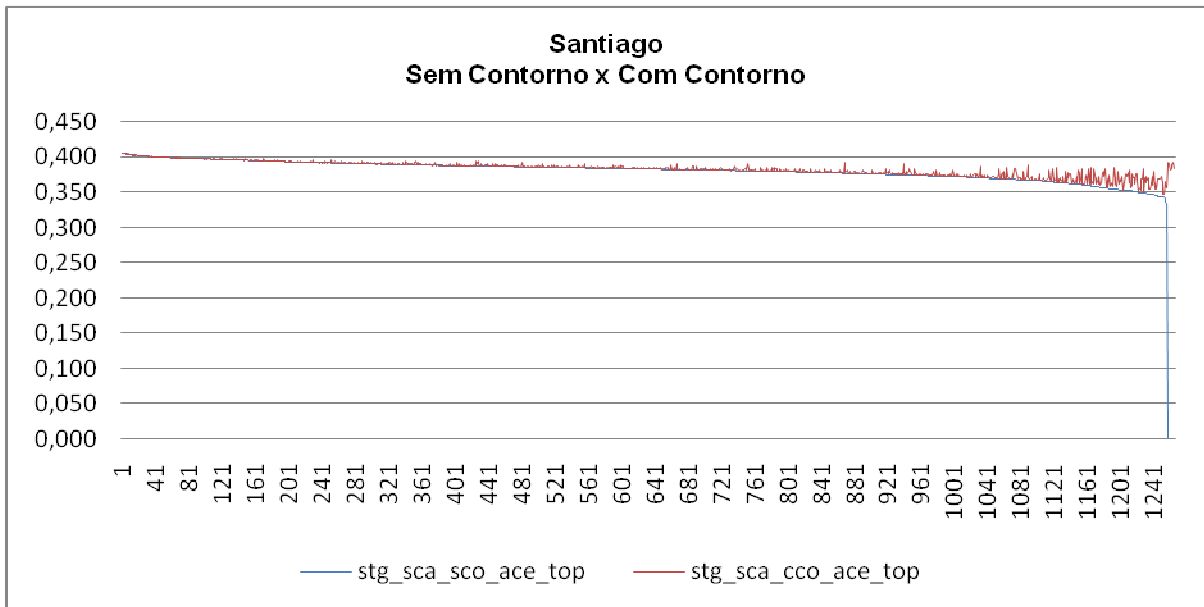


Figura 37: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Topológica sem contorno (azul) e Acessibilidade Topológica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema descarregado.

Nos pontos mais acessíveis praticamente não houve alterações após o contorno. As maiores alterações foram de aumento de Acessibilidade em alguns pontos anteriormente menos acessíveis. Estes estavam localizados nos limites da zona urbana, junto às cinco ligações entre a cidade e contorno. Os novos pontos do contorno adquiriram uma centralidade levemente acima da média do sistema. Em nenhum dos pontos houve diminuição considerável da Acessibilidade.

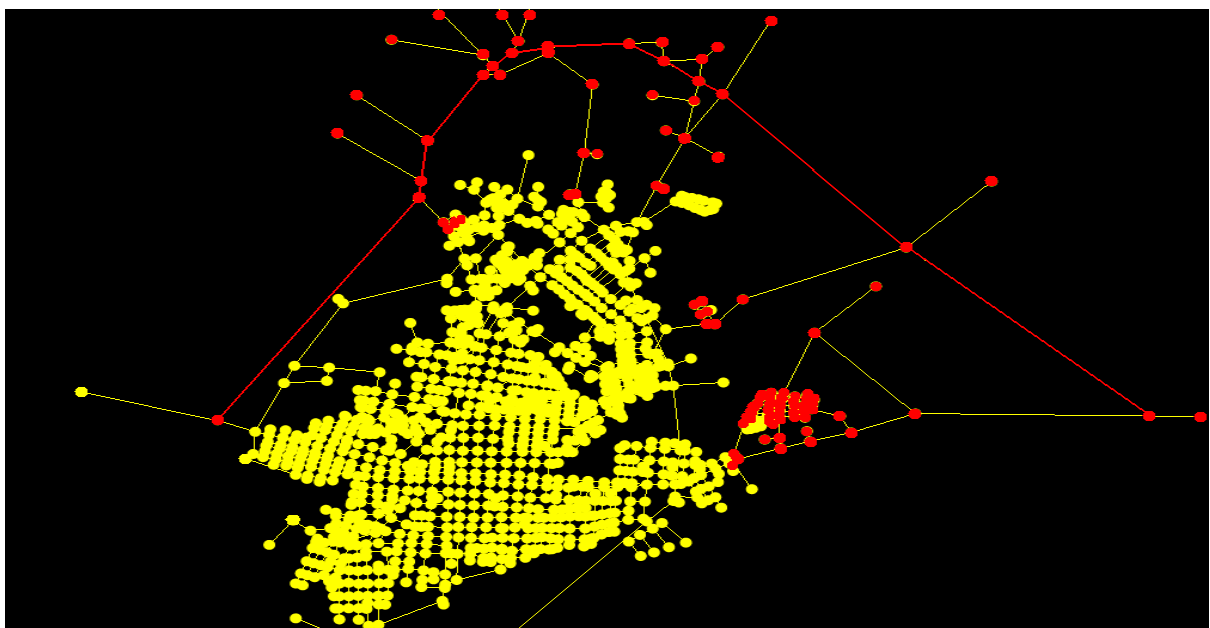


Figura 38: Santiago ● Aumento da Acessibilidade ● Diminuição da Acessibilidade

3.3.8. Santiago, sem Carregamento - Acessibilidade Geométrica

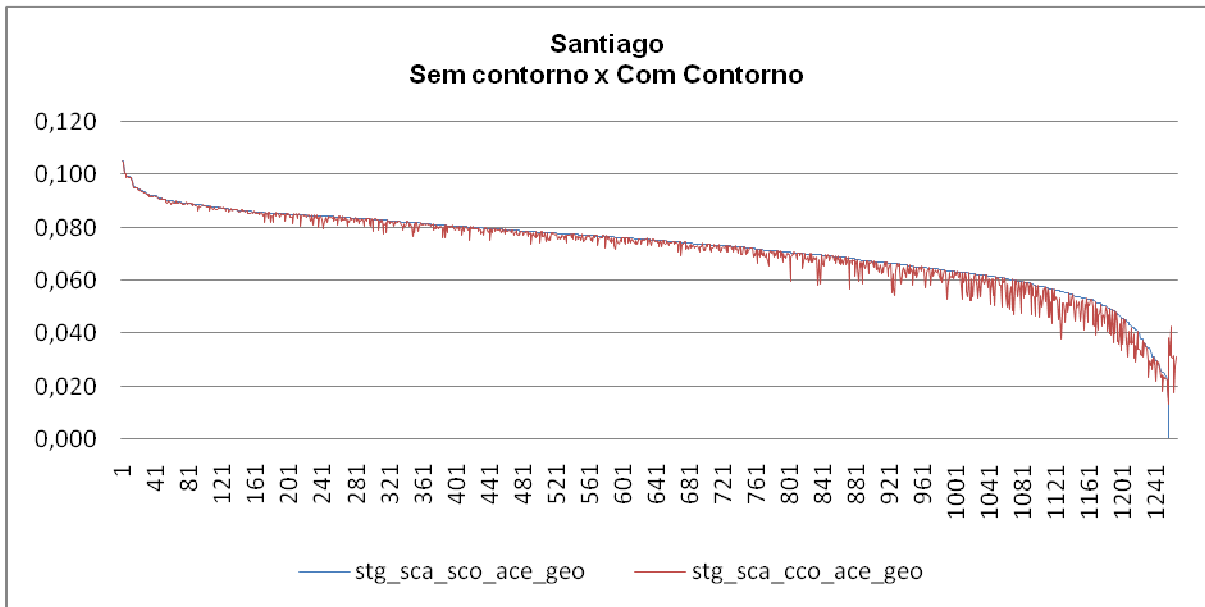


Figura 39: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica sem contorno (azul) e Acessibilidade Geométrica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema descarregado.

Na grande maioria dos pontos, a medida de Acessibilidade permaneceu igual ou diminuiu, após o contorno viário. Nos pontos mais acessíveis praticamente não houve alterações. As maiores perdas de Acessibilidade ocorreram em áreas que já tinham as medidas mais baixas, localizadas nos limites da cidade, perto do contorno. Os únicos aumentos de Acessibilidade foram nos novos pontos do Contorno Viário, contudo, estes ficaram entre as medidas mais baixas de todo o sistema.

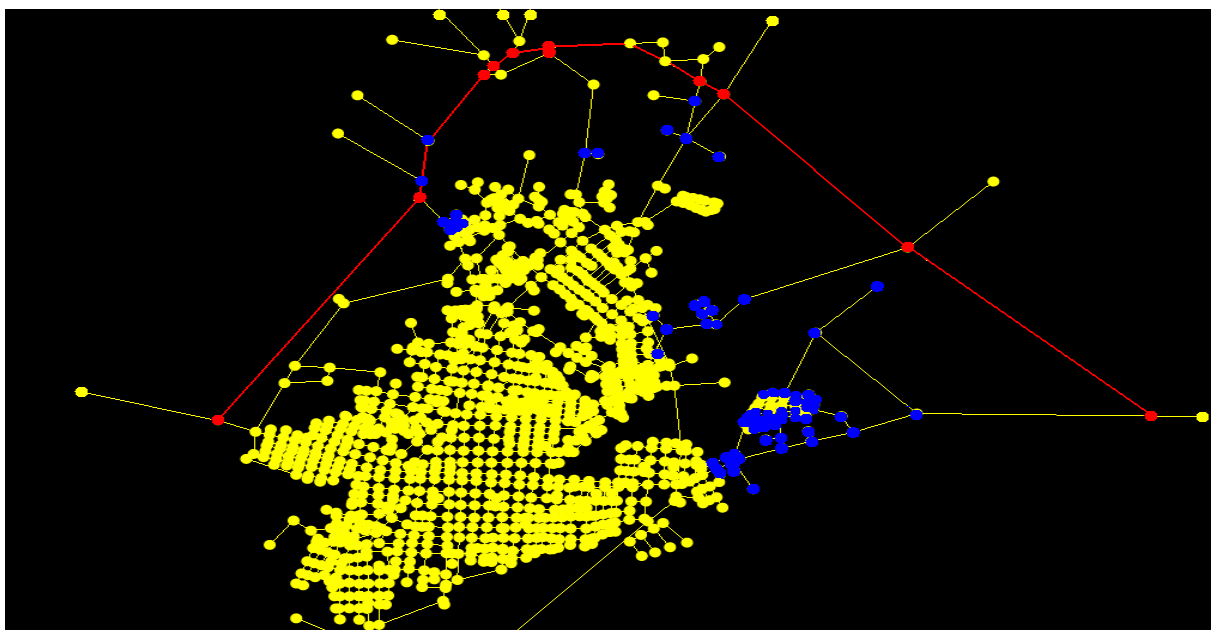


Figura 40: Santiago

● Aumento da Acessibilidade

● Diminuição da Acessibilidade

3.3.9. Santiago, sem Carregamento - Centralidade Topológica

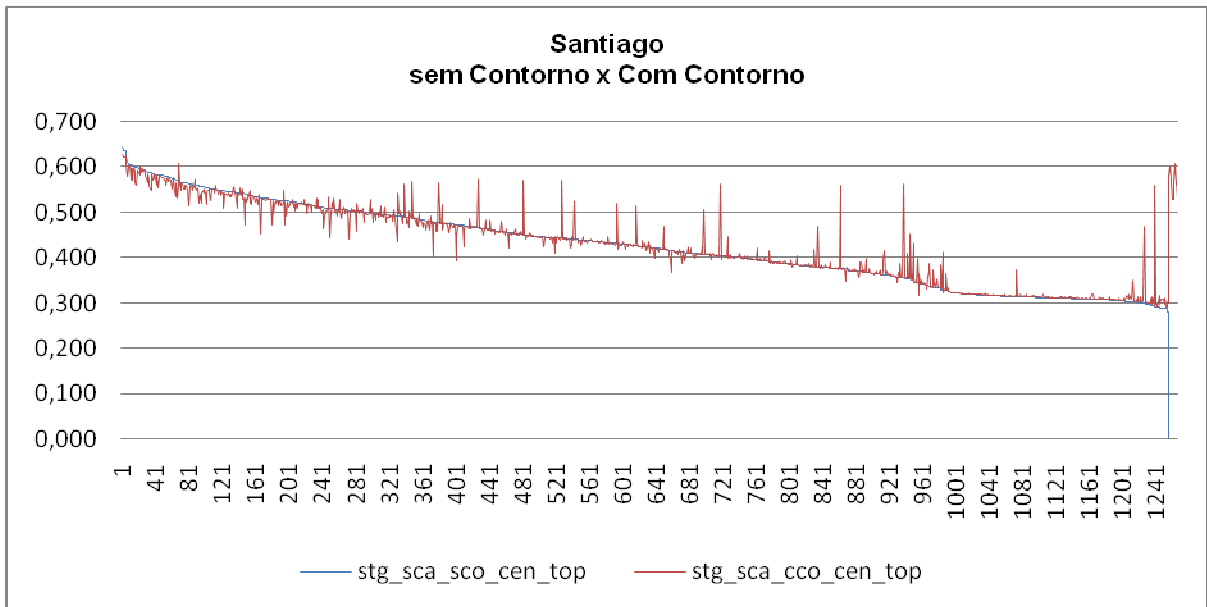


Figura 41: Gráfico comparativo entre Centralidade Topológica sem contorno (azul) e Centralidade Topológica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema descarregado.

As diminuições de Centralidade ocorreram, principalmente, nos pontos com Centralidade acima da média. Já os aumentos, ocorreram nos pontos localizados nos eixos de ligação entre os limites da zona urbana e o contorno. Assim, houve um grande aumento de centralidade nos pontos ID 429, 483, 529, 719, 863, 939 e 1241, colocando-os entre os mais centrais de todo o sistema. Igualmente, os novos pontos do Contorno Viário ficaram, praticamente, os mais centrais da cidade.

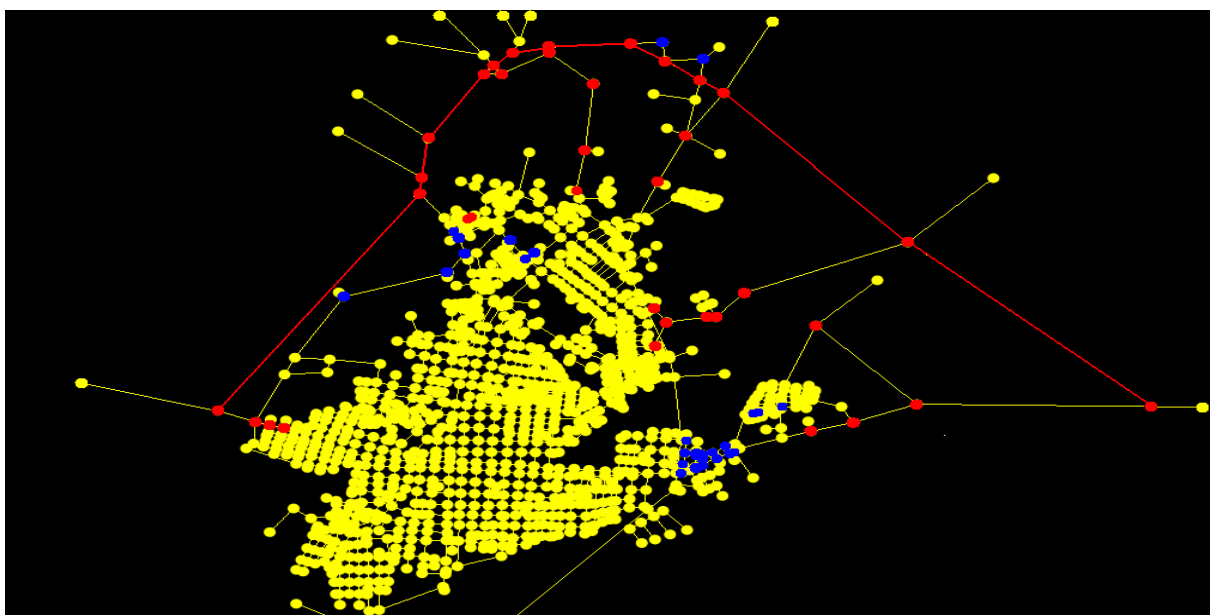


Figura 42: Santiago

● Aumento da Centralidade

● Diminuição da Centralidade

3.3.10. Santiago, sem Carregamento - Centralidade Geométrica

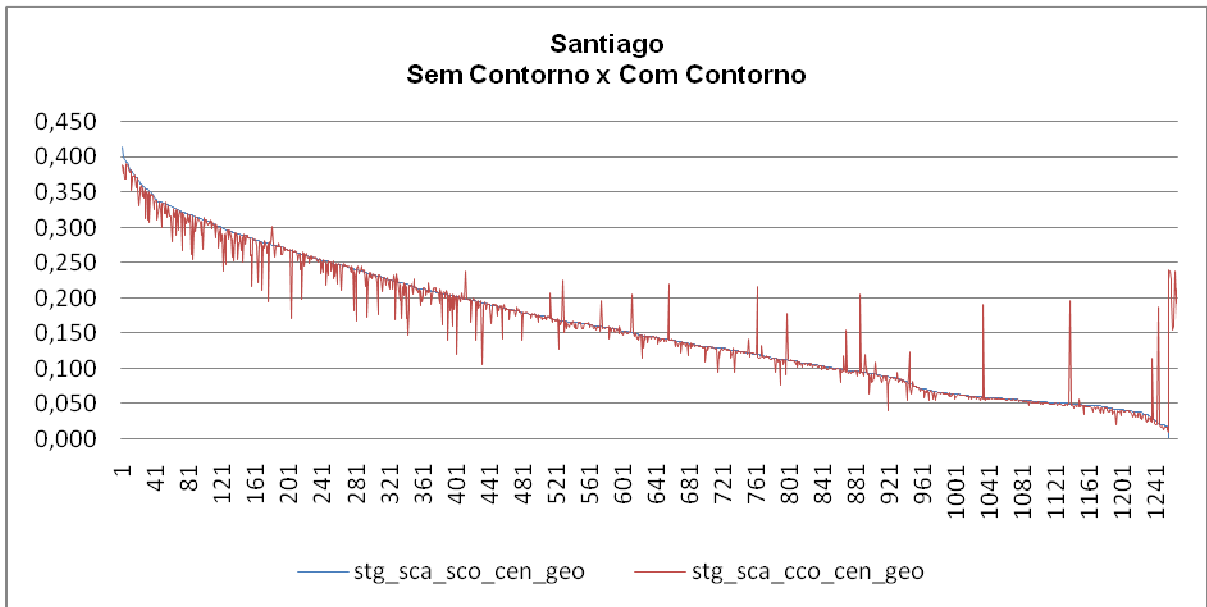


Figura 43: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica sem contorno (azul) e Centralidade Geométrica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema descarregado.

Vários pontos diminuíram a Centralidade após o contorno viário, principalmente entre aqueles que estavam entre os mais centrais do sistema. Estes pontos estavam localizados em ligações intra-urbanas que contornavam a área central da cidade. Já os poucos aumentos de Centralidade, além dos novos pontos do contorno, ocorreram em cinco eixos de saída da cidade em direção à nova rodovia. Esses pontos passaram a ter medidas de centralidade pouco acima da média do sistema.

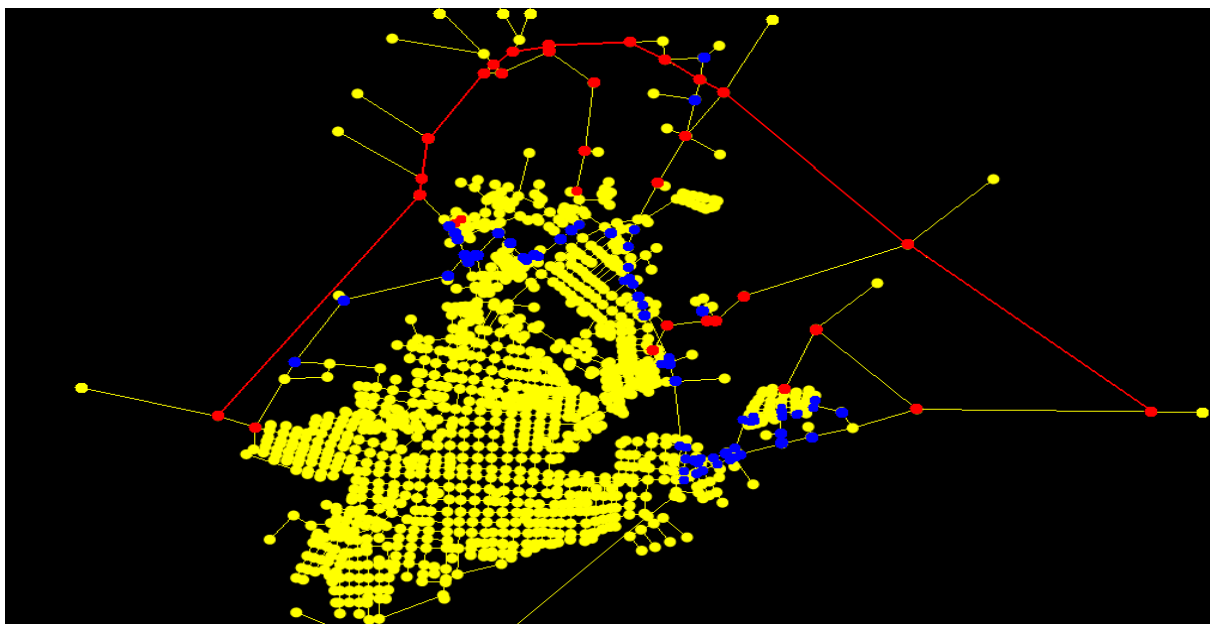


Figura 44: Santiago

● Aumento da Centralidade

● Diminuição da Centralidade

3.3.11. Santiago, com Carregamento - Centralidade Topológica

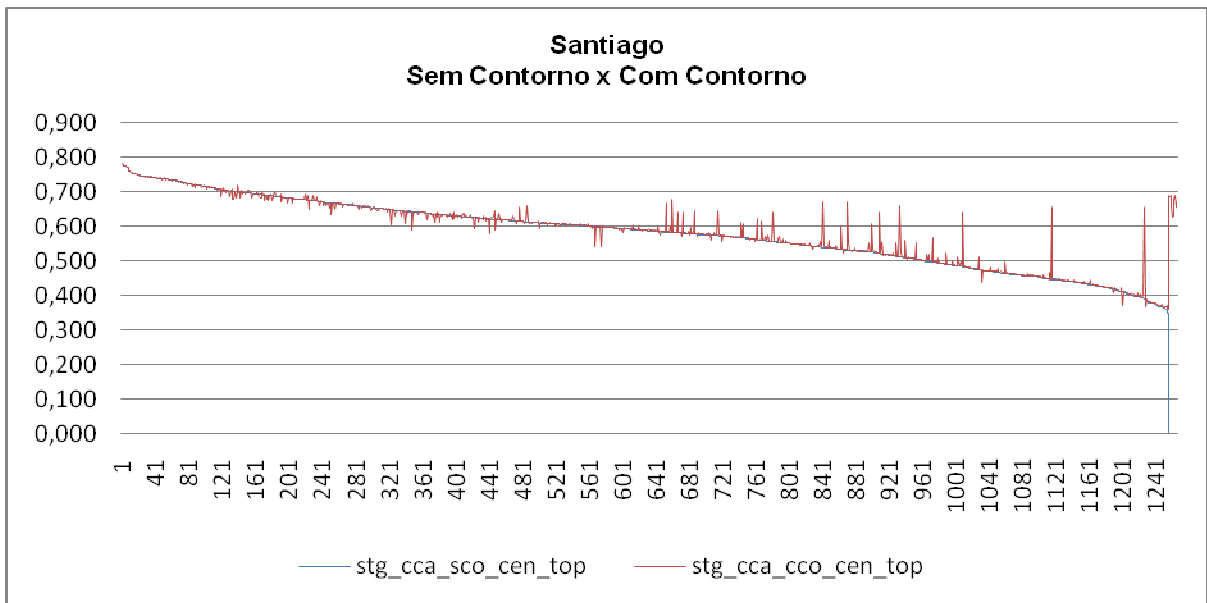


Figura 45: Gráfico comparativo entre Centralidade Topológica sem contorno (azul) e Centralidade Topológica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema carregado.

Os pontos de máxima Centralidade antes do contorno não sofreram muitas alterações, e seguiram entre os mais centrais da cidade. As maiores alterações foram de aumento de Centralidade em pontos anteriormente menos centrais, localizados nos limites da cidade, em direção ao contorno viário. Estes pontos, bem como os novos pontos do contorno, apresentaram uma medida de centralidade acima da média. As diminuições de Centralidade ocorreram em poucos pontos.

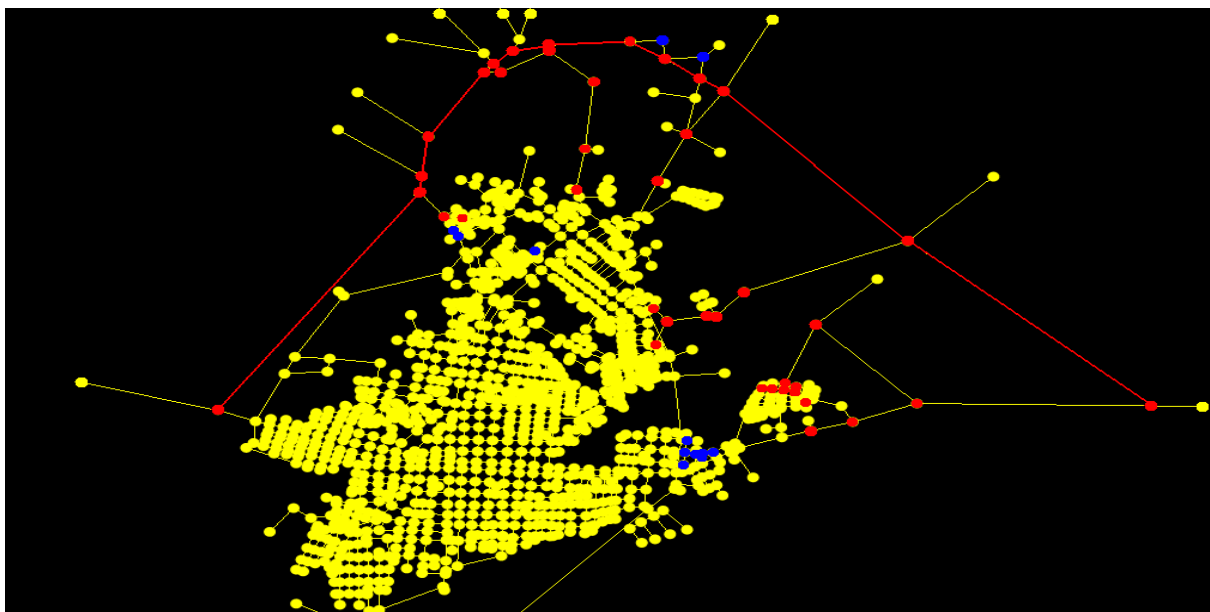


Figura 46: Santiago

● Aumento da Centralidade

● Diminuição da Centralidade

3.3.12. Santiago, com Carregamento - Centralidade Geométrica

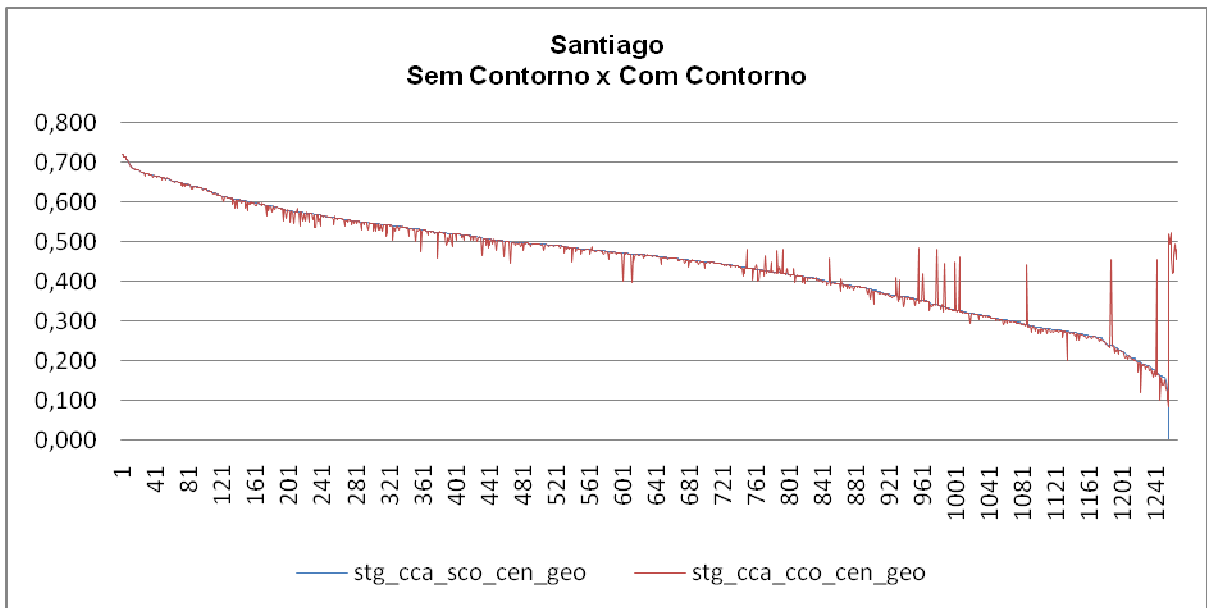


Figura 47: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica sem contorno (azul) e Centralidade Geométrica com contorno (vermelho), para Santiago com o sistema carregado.

Os pontos de máxima Centralidade antes do contorno não sofreram muitas alterações, e seguiram entre os mais centrais. As alterações de aumento de Centralidade ocorreram nos pontos anteriormente menos centrais. Estes aumentos de Centralidade, além dos novos pontos do contorno, ocorreram em cinco eixos das bordas da cidade em direção à nova rodovia. Contudo, esses pontos não chegaram a estar entre os mais centrais da Cidade. As diminuições de Centralidade, ocorreram em alguns pontos de valores médios, localizados nos extremos N e L.

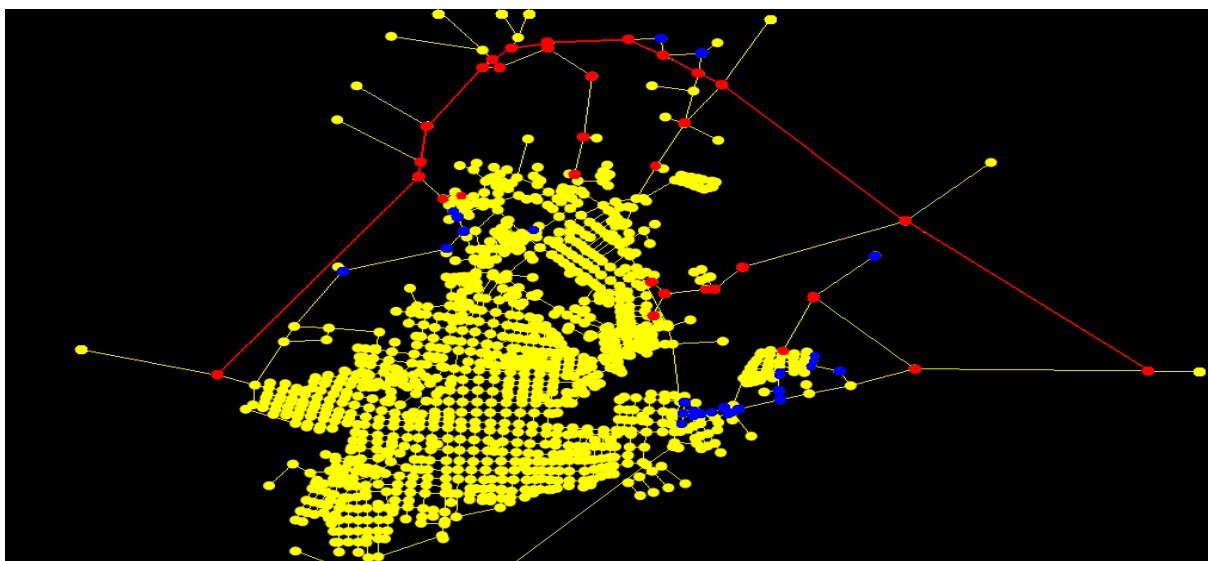


Figura 48: Santiago

▲ Aumento da Centralidade

● Diminuição da Centralidade

3.3.13. Discussão dos Resultados - Análise Espacial Intra-Urbana

A Análise Espacial Intra-urbana, apresentada nas páginas anteriores, se embasou na comparação entre as medidas sem o Contorno (como a cidade era antes desta infra-estrutura) e as medidas com o Contorno (como a cidade ficou após a execução desta infra-estrutura). Os gráficos comparativos remeteram às seguintes reflexões:

A) Apesar do experimento tratar de duas cidades diferentes, observou-se que todos os gráficos comparativos de uma cidade apresentaram semelhança com os respectivos gráficos comparativos da outra cidade, no que se refere à forma geral, à curvatura e à concentração das alterações. Assim, as comparações foram focadas nas intensidades dessas alterações e na suas localizações nos mapas das cidades.

B) Em ambas as cidades, para as medidas de Centralidade Topológica e Geométrica, o carregamento alterou substancialmente as comparações. Isso ocorre porque a medida de Centralidade considera a distribuição desigual de estoques edificado e atividades, já que sua fórmula calcula o produto dos carregamentos.

C) Para todas as comparações, as alterações consideráveis ocorreram nas áreas do mesmo lado do contorno, de modo que os setores das cidades localizados no lado inverso não tiveram suas medidas modificadas. Mais ainda, as alterações se concentraram, principalmente, nos extremos da mancha urbana que se direcionam ao contorno, nos chamados “Portais da Cidade”. Assim, pôde-se reforçar a idéia de que o impacto da nova infra-estrutura se relaciona com sua localização Peri-urbana.

D) Em ambas as cidades, os pontos com as mais altas medidas somente tiveram alterações (devido ao contorno) nos casos de Centralidade Topológica e Geométrica sem Carregamento, os quais sofreram diminuição de suas medidas. Em todas as outras comparações estes pontos máximos, localizados no início do gráfico, permaneceram praticamente inalterados - sem aumento nem diminuição das medidas - e, portanto, consolidados. Esses pontos se localizam no “miolo” de ambas as cidades, o que pode reforçar o indicativo que uma grande área das cidades não sofre quaisquer influências do novo contorno.

E) Observou-se, para os quatro tipos de Centralidade – Topológica e Geométrica, com e sem Carregamento - que os novos pontos localizados no contorno viário de Santiago, obtiveram medidas levemente maiores, quando comparados com os novos pontos do contorno de São Francisco de Assis. Um exemplo disso pôde ser observado na tabela abaixo com as medidas de Centralidade Geométrica nos novos pontos, para o sistema carregado em ambas as cidades:

Santiago	0,525	0,525	0,496	0,494	0,483	0,471	0,457	0,456	0,453	0,425	0,421
São Fco. de Assis	0,438	0,429	0,421	0,339	0,061	*	*	*	*	*	*

Figura 49: Tabela com as medidas de centralidade geométrica com carregamento para os novos pontos do contorno.

Essa diferença entre os dois contornos, apesar de um tanto sutil, demonstrou que os novos pontos do contorno de Santiago puderam adquirir uma importância maior no sistema de Santiago. Considerou-se que isto pode estar relacionado à distância entre o contorno e a mancha urbana, que é diferente em ambas as cidades.

F) As medidas de centralidade nos novos pontos, apresentadas na tabela acima, foi entendida como uma leve tendência de mais intensidade de uso do solo no novo contorno de Santiago. Além disso, esta cidade possui o dobro de novos pontos que São Francisco de Assis, indicando a possibilidade que Santiago apresente mais focos de crescimento.

G) Em todos os gráficos, para as alterações no tecido pré-existente, observou-se que as medidas topológicas apresentaram mais aumentos de valores, enquanto que as medidas geométricas apresentaram mais diminuições de valores. Assim, o gráfico topológico poderia indicar um potencial que, por algum motivo, não foi confirmado pelo gráfico geométrico. É importante considerar as medidas geométricas, pois elas representam com mais fidelidade a espacialidade das cidades e, por conseguinte, as Reais alterações decorrentes do novo contorno.

H) Nesse sentido, em ambas as cidades, observou-se que, quando analisado topologicamente, o contorno incidiria em aumento de Acessibilidade em alguns pontos. Porém, quando analisado geometricamente destacou-se uma diminuição grande e generalizada da Acessibilidade. Nesse sentido, é preciso entender que a Acessibilidade não considerou os carregamentos, mas somente a força do traçado, e, assim, apresentou uma distribuição concêntrica de suas medidas. A implantação do contorno, representou a expansão física da cidade, que aumentou a distância geométrica entre os pontos do sistema, diminuindo as medidas de Acessibilidade.

I) Quanto aos novos pontos, localizados nos contornos, eles atingiram medidas similares às médias das cidade na Acessibilidade Topológica – em torno de 0,39 - indicando a possibilidade de integração no tecido urbano. Contudo, na Acessibilidade Geométrica, que representa as distâncias reais, esses mesmos novos pontos ficaram entre os mais baixos de seus respectivos sistemas, indicando a possibilidade de isolamento em relação ao tecido Urbano da cidade. Nesse sentido, São Francisco de Assis apresentou medidas em torno de 0,015, enquanto Santiago apresentou medidas de 0,040. Dessas constatações pôde-se inferir, para este Estudo de Caso, a importância da distância real entre os pontos do contorno e os pontos da mancha urbana. Apesar dos baixos valores, esses números nos permitiram visualizar que - comparativamente – os pontos do contorno de Santiago apresentaram maior Acessibilidade Geométrica que os do contorno de São Francisco de Assis.

3.4. Análise Espacial Exploratória: Variação da Conectividade

As análises intra-urbanas apresentadas anteriormente demonstraram que as alterações mais significativas de medidas ocorreram nos extremos das cidades, em direção aos contornos. Isto indicou uma possível força dos eixos de ligação, chamados de “portais da cidade”. Para melhor avaliar a importância desta conectividade foi simulada a abertura de novas ligações entre a mancha urbana e a nova infra-estrutura. Esses novos eixos da simulação foram escolhidos, em ambas as cidades, após observação de pontos da franja urbana que apresentaram tendência de continuidade. A cidade de Santiago ensejou, naturalmente, um maior número de novas conexões, devido às características próprias de sua trama urbana e topografia. As novas conectividades foram simuladas dentro do contexto existente, isto é, com o traçado de contorno conforme foi executado - e as comparações foram feitas entre o diferente número de conexões, neste mesmo traçado de contorno.

A metodologia utilizada foi a mesma do primeiro experimento, isto é, com o uso de dados tabulares, gráficos comparativos e mapa dos pontos alterados. As simulações utilizaram somente a distância geométrica entre os pontos, pois permitem - nos casos aqui examinados - maior realismo na avaliação dos efeitos da maior conectividade. Ainda, foram comparados sistemas sempre com seus carregamentos.

4 Conexões	5 Conexões
*sfa cca cco ace geo	*sfa cca cco con ace geo
sfa cca cco cen geo	sfa cca cco con cen geo
São Francisco de Assis	

Figura 50: Tabela com as diferentes comparações de Conectividade para São Francisco de Assis.

6 Conexões	10 Conexões
*stg cca cco ace geo	*stg cca cco con ace geo
stg cca cco cen geo	stg cca cco con cen geo
Santiago	

Figura 51: Tabela com as diferentes comparações de Conectividade para Santiago.

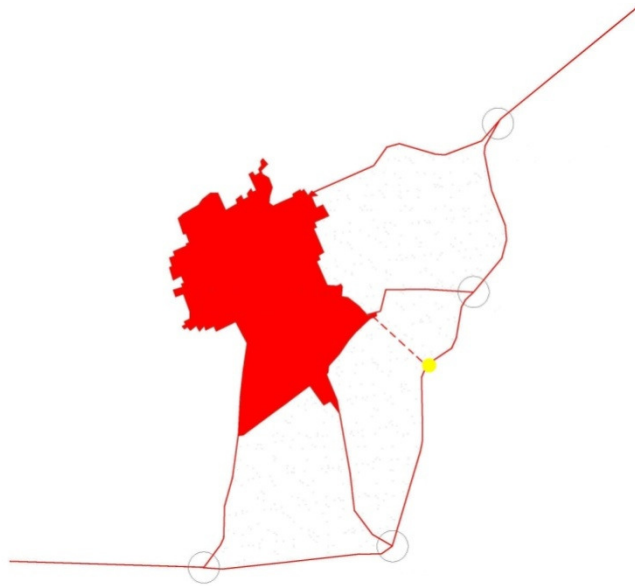


Figura 52: Mapa da Variação da Conectividade entre o Contorno Viário e a cidade de São Francisco de Assis, no qual a simulação de novos acessos (em tracejado), aumentou o número de conexões de 4 para 5.

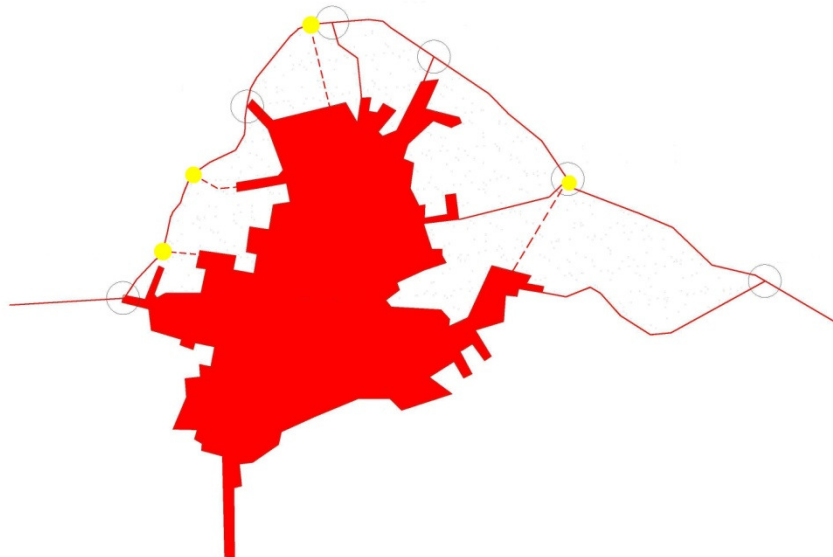


Figura 53: Mapa da Variação da Conectividade entre o Contorno Viário e a cidade de Santiago, no qual a simulação de novos acessos (em tracejado), aumentou o número de conexões de 6 para 10.

3.4.1. São Francisco de Assis - Acessibilidade Geométrica

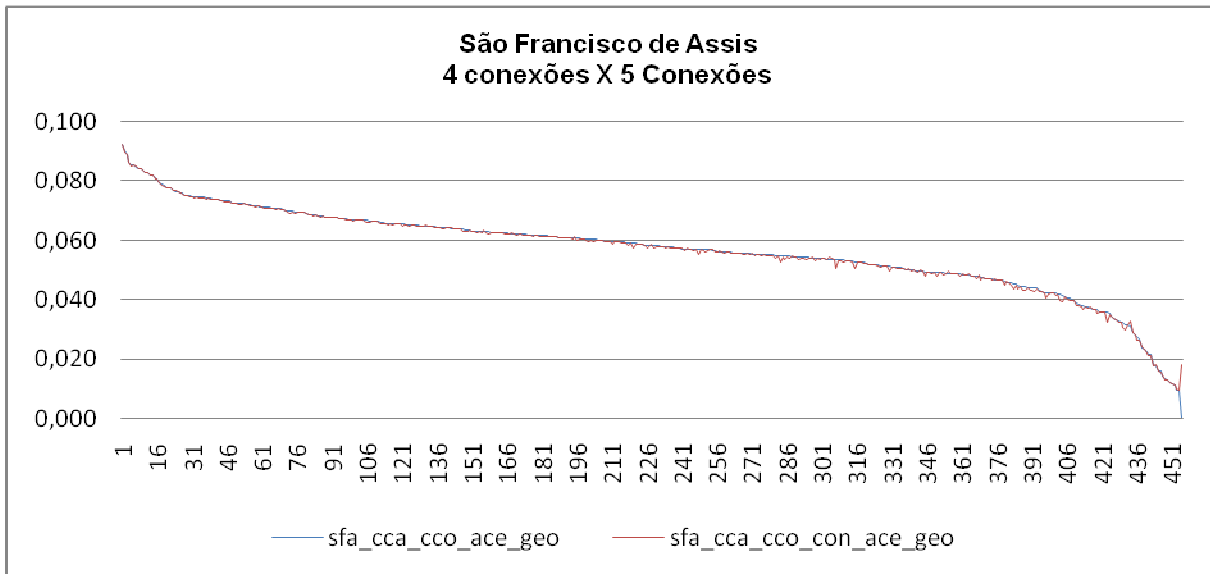


Figura 54: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica com 4 conexões no contorno (azul) e Acessibilidade Geométrica com 5 conexões no contorno (vermelho), para São Francisco de Assis.

O aumento simulado do número de conexões, de 4 para 5, praticamente não alterou as medidas de Acessibilidade Geométrica para São Fco. de Assis. Houve somente um leve aumento de Acessibilidade em um ponto do extremo SO da cidade, e uma leve diminuição de Acessibilidade em alguns pontos do extremo SE, estes ligados à nova conexão. O novo ponto, representando a nova conexão, ficou entre os menos acessíveis da cidade, mas o de maior medida entre os localizados no contorno.

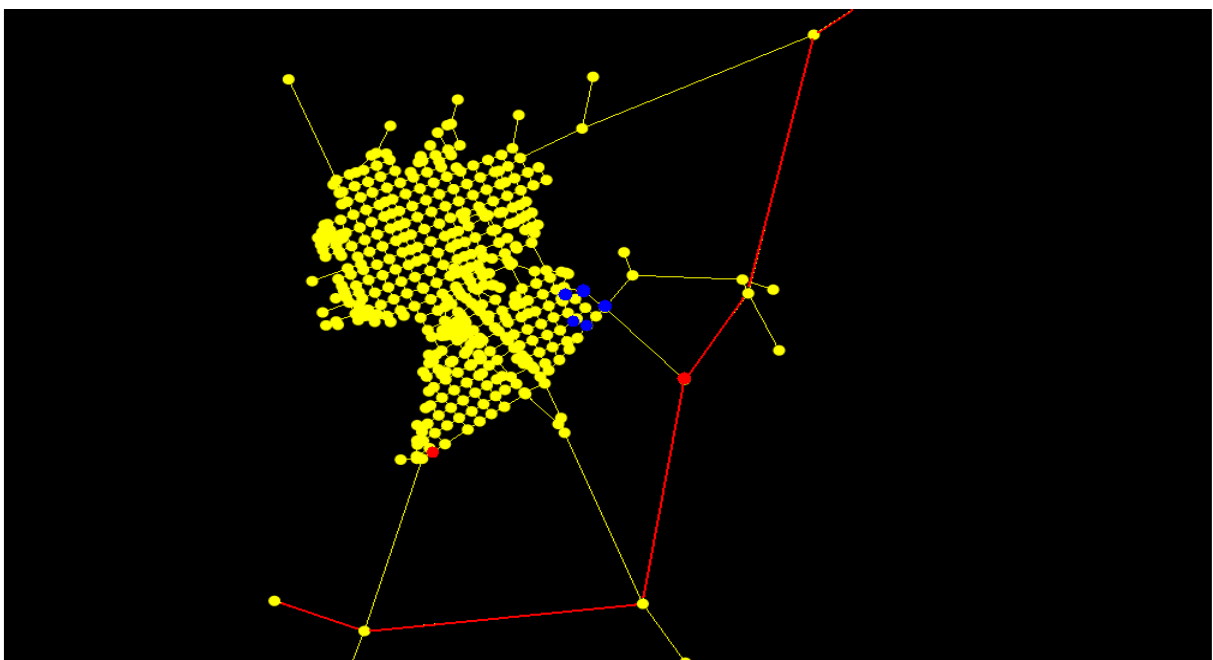


Figura 55: São Francisco de Assis ● Aumento da Acessibilidade ● Diminuição da Acessibilidade

3.4.2. São Francisco de Assis, com Carregamento – Centralidade Geométrica

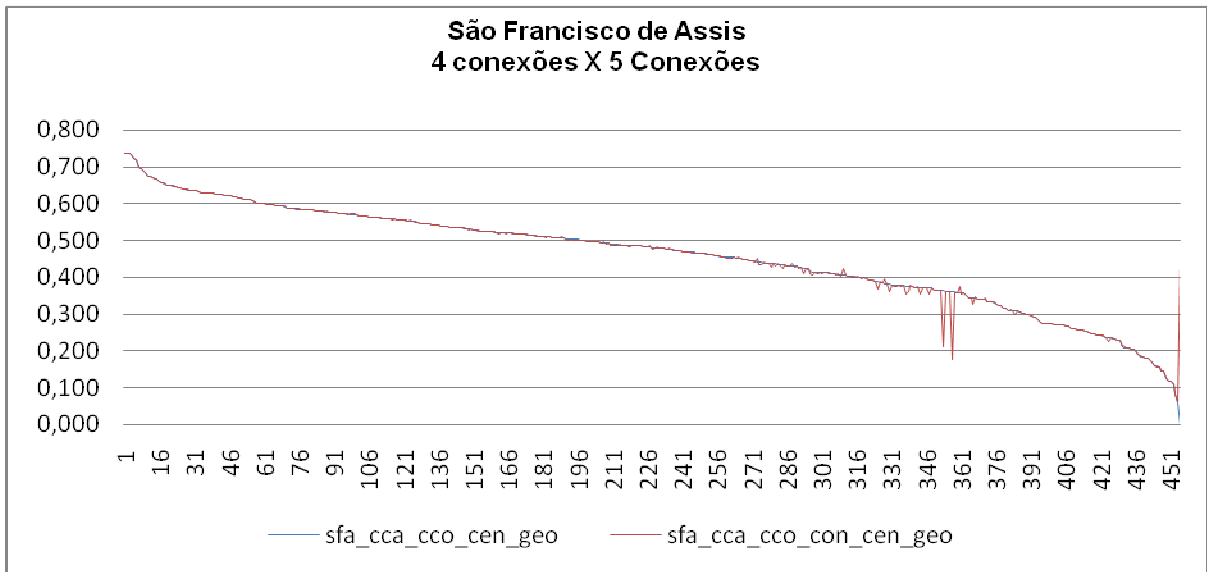


Figura 56: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica com 4 conexões no contorno (azul) e Centralidade Geométrica com 5 conexões no contorno (vermelho), para São Francisco de Assis.

A simulação de São Francisco de Assis com 5 conexões praticamente manteve as mesmas medidas de Centralidade que tinha com 4 conexões, com uma importante exceção: diminuição considerável de Centralidade em dois pontos de um eixo de acesso pré-existente, paralelo à nova conexão, no SE da cidade - indicando uma concorrência com o novo eixo. O novo ponto da conexão apresentou medida similar aos outros pontos do contorno. Houve, ainda, outras leves alterações nas bordas.

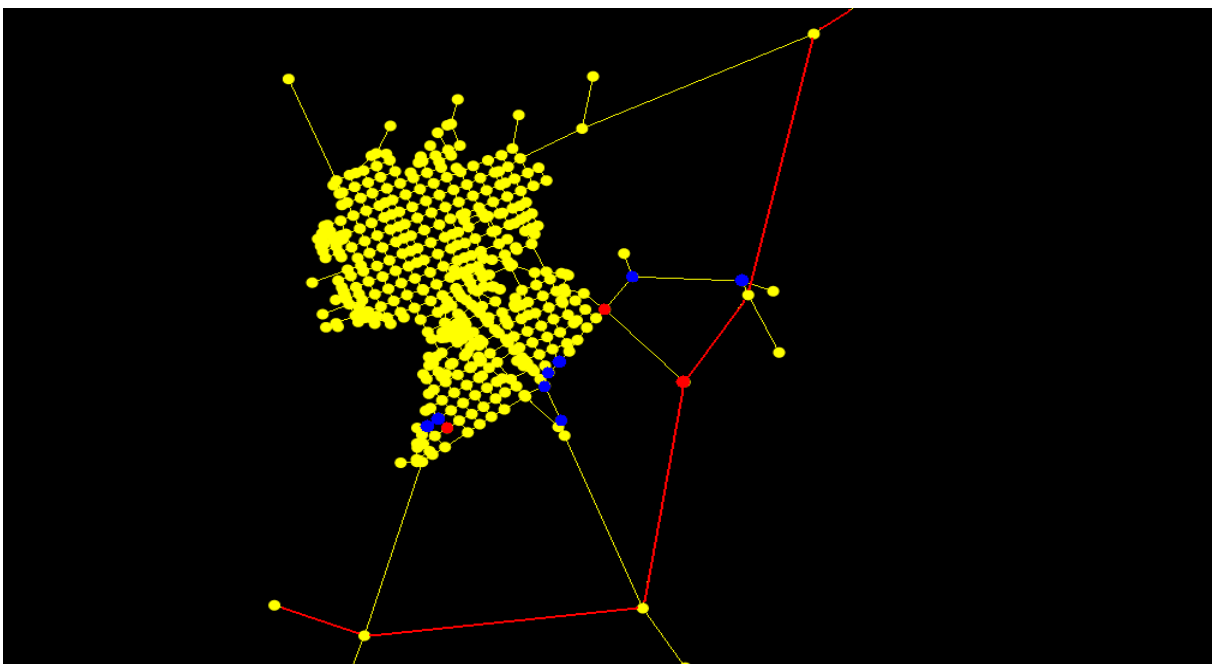


Figura 57: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.4.3. Santiago - Acessibilidade Geométrica

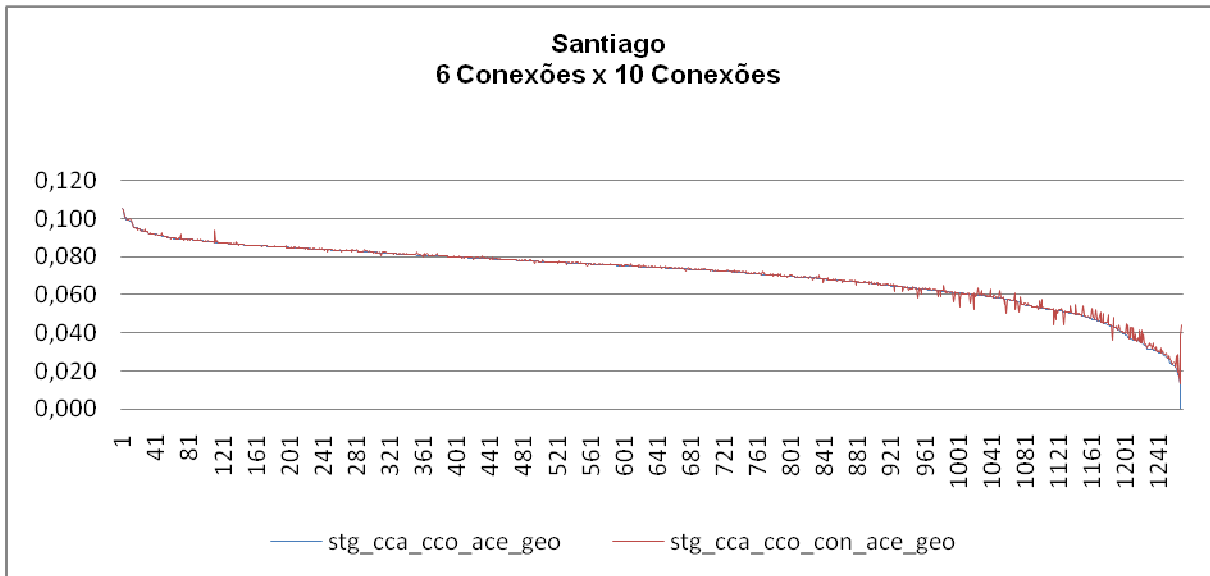


Figura 58: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica com 6 conexões no contorno (azul) e Acessibilidade Geométrica com 10 conexões no contorno (vermelho), para Santiago.

O aumento simulado do número de conexões, de 6 para 10, implicou algumas alterações nas medidas de Acessibilidade Geométrica para Santiago, principalmente nos pontos menos acessíveis das bordas da cidade. Houve um nítido aumento de Acessibilidade em pontos da borda L, e uma diminuição na borda N. Os novos pontos, representando as novas conexões, ficaram entre os menos acessíveis da cidade. Além disso, observou-se aumentos de Acessibilidade em alguns pontos no interior da cidade, indicando que a maior conectividade afetou pontos mais internos.

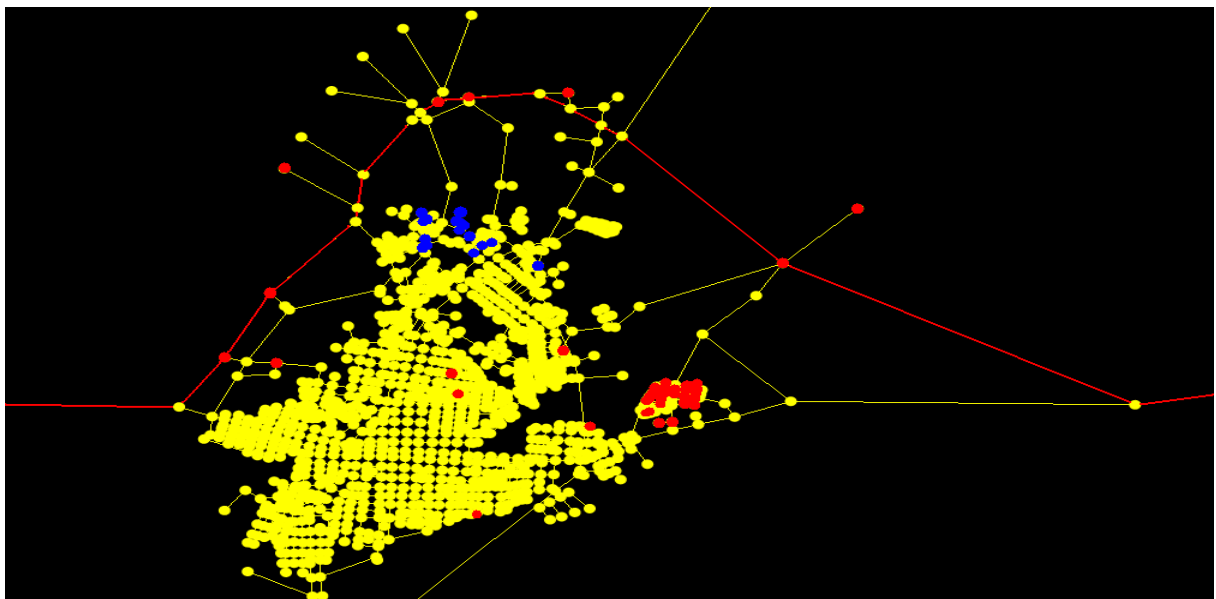


Figura 59: Santiago

● Aumento da Acessibilidade

● Diminuição da Acessibilidade

3.4.4. Santiago, com Carregamento – Centralidade Geométrica

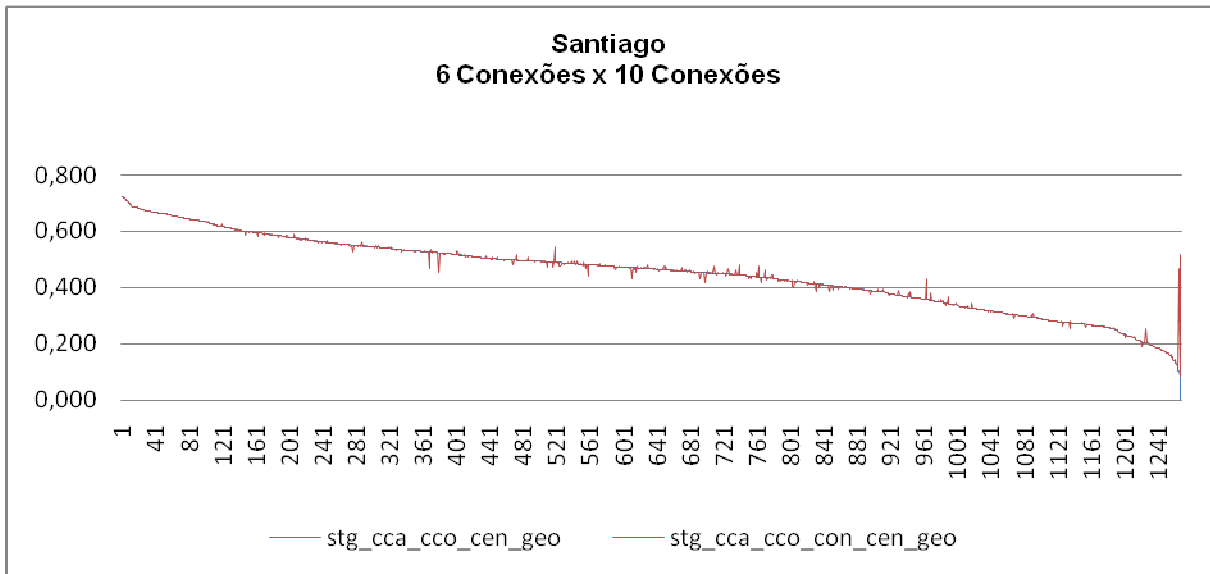


Figura 60: Gráfico comparativo entre a Centralidade Geométrica com 6 conexões no contorno (azul) e Centralidade Geométrica com 10 conexões no contorno (vermelho), para Santiago.

O aumento simulado do número de conexões, de 6 para 10, implicou algumas alterações nas medidas Centralidade Geométrica para Santiago. Houveram leves aumentos e diminuições de Centralidade tanto na borda N, quanto na borda L. Os pontos das novas conexões apresentaram medida similar aos outros pontos do contorno. Além disso, observou-se que a maior conectividade afetou alguns setores mais internos da cidade, principalmente com diminuição de Centralidade.

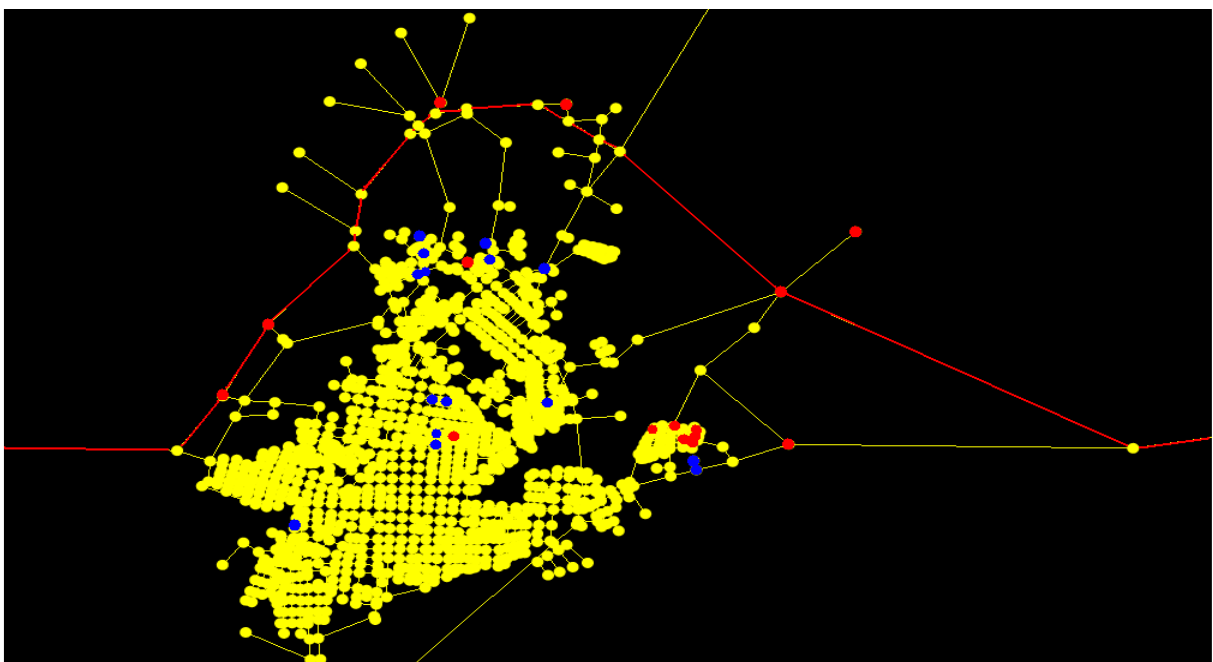


Figura 61: Santiago ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.4.5. Discussão dos Resultados - Análise Espacial da Variação da Conectividade

Os gráficos e mapas da Análise Espacial Exploratória com Variação da Conectividade, apresentada nas páginas anteriores, estiveram embasados na comparação entre o Contorno executado (Menor número de Conexões) e o Contorno simulado (Maior número de Conexões). Contudo, para melhor avaliar as efetivas diferenciações espaciais, foi importante analisar os resultados de uma forma mais ampla e dinâmica, considerando três tipos de medidas: Com Contorno de Menor nº de Conexões, Com Contorno de Maior nº de Conexões, e Sem Contorno. Desse modo, foram detectados os seguintes fatos:

A) Quanto à Acessibilidade Geométrica em São Fco. de Assis, as medidas após o contorno ou permanecem iguais ou diminuem, com a mesma intensidade, independentemente do número de conexões.

B) Quanto à Centralidade Geométrica em São Fco. de Assis, os pontos mais centrais antes do contorno, não sofrem alterações, para qualquer que seja o número de conexões. As alterações são poucas e ocorrem nos pontos menos centrais, da periferia, principalmente de diminuição de Centralidade, com a mesma intensidade, independentemente do número de conexões. Um alteração mais significativa ocorre ao ser criada a nova conexão da borda SE, onde o aumento da medida de Centralidade no novo acesso implica na diminuição desta medida nos pontos de um outro acesso paralelo.

C) Quanto à Acessibilidade Geométrica em Santiago, as maioria das alterações após o contorno são de diminuição, principalmente nas bordas. Há uma alteração nas intensidades dessas diminuições quando aumenta o número de conexões, inclusive em alguns pontos do miolo da cidade, indicando a influência das conexões.

D) Quanto à Centralidade Geométrica em Santiago, os pontos de acesso à cidade apresentam aumento da medida após o contorno, para qualquer que seja o número de conexões. Alguns pontos mais internos diminuiram a medida de Centralidade quando o número de conexões é maior.

3.5. Análise Espacial Exploratória: Variação da Distância

Para avaliar a importância da distância entre cidade e o contorno, foram testados alternativas de traçados diferentes daqueles de fato executados. Em ambas as cidades foi simulada a hipótese de rodovias mais próximas da mancha urbana. Para São Francisco de Assis foi simulado um contorno que chegou a ser estudado pelo DAER, mas que foi descartado por ser considerado muito próximo da cidade. Este traçado buscava interligar os pontos extremos da cidade, a uma distância não superior a 1000 m da mancha urbana. Para Santiago a simulação buscou manter esse mesmo critério, objetivando similaridade e equilíbrio entre as cidades. Contudo, destacou-se uma diferença: o contorno simulado para Santiago implicou, naturalmente, na criação de mais 4 conexões com a cidade, enquanto que em São Francisco de Assis o contorno mais perto da cidade não alterou o número de conexões. Esta alteração não foi intencional, mas sim devido às próprias características das duas tramas urbanas.

A metodologia utilizada foi a mesma do primeiro experimento, isto é, com o uso de dados tabulares, gráficos comparativos e mapa dos pontos alterados. As simulações utilizaram somente a distância geométrica entre os pontos, já que o objetivo é avaliar justamente o efeito da distância entre o contorno e a mancha urbana das cidades. Ainda, foram comparados sistemas sempre com seus carregamentos.

Distância Maior	Distância Menor
*sfa_cca_cco_ace_geo	*sfa_cca_cco_dis_ace_geo
sfa_cca_cco_cen_geo	sfa_cca_cco_dis_cen_geo
São Francisco de Assis	

Figura 62: Tabela com as comparações de diferentes distâncias de contorno, para São Fco. de Assis.

Distância Maior	Distância Menor
*stg_cca_cco_ace_geo	*stg_cca_cco_dis_ace_geo
stg_cca_cco_cen_geo	stg_cca_cco_dis_cen_geo
Santiago	

Figura 63: Tabela com as comparações de diferentes distâncias de contorno, para Santiago.

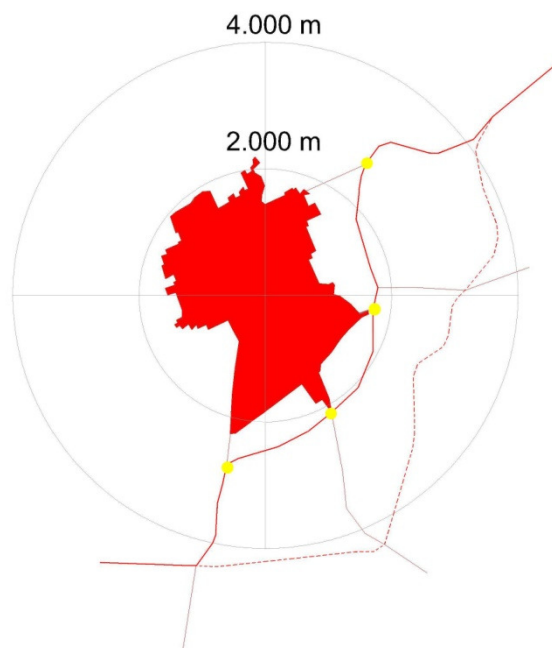


Figura 64: Simulação de um contorno viário mais perto da mancha urbana de São Francisco de Assis, cujo traçado não alterou o número de conexões, que continua sendo 4. (Obs.: O traçado construído de fato está em tracejado).

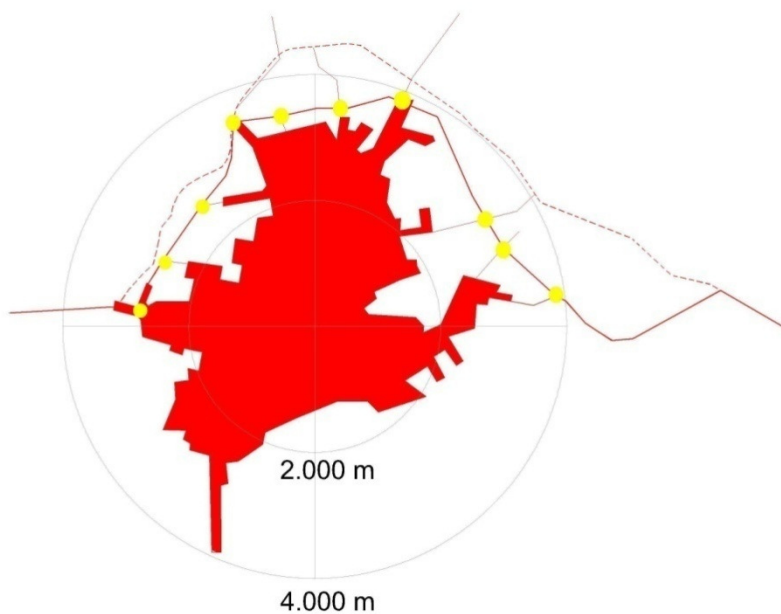


Figura 65: Simulação de um contorno viário mais perto da mancha urbana de Santiago, cujo traçado alterou o número de conexões de 6 para 10. (Obs.: O traçado construído está em tracejado).

3.5.1. São Francisco de Assis – Acessibilidade Geométrica

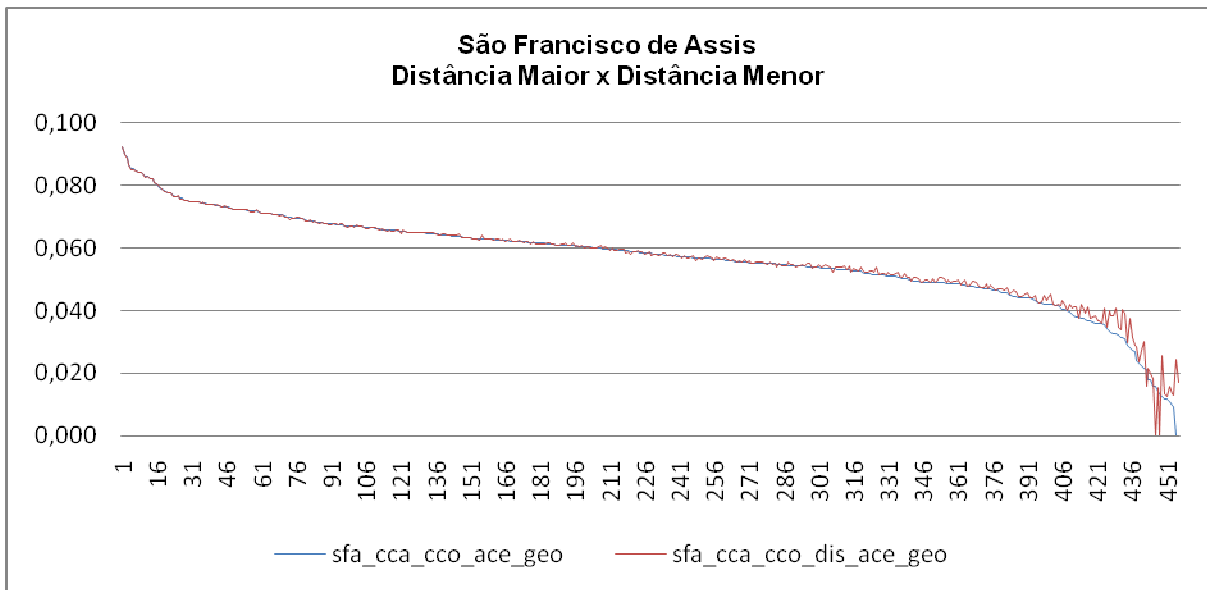


Figura 66: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica com o contorno construído (azul) e Acessibilidade Geométrica com o contorno simulado (vermelho), para São Francisco de Assis.

Na maioria dos pontos, as medidas de Acessibilidade se mantiveram iguais, independente da distância do contorno. As alterações encontradas se localizaram nos pontos menos acessíveis, localizados nas bordas da cidade, onde foi constatado aumento de Acessibilidade quando a distância contorno-cidade foi menor. Mesmo assim, essas medidas seguem abaixo da média do sistema. (obs.: pontos excluídos no contorno constaram com medida igual a zero)

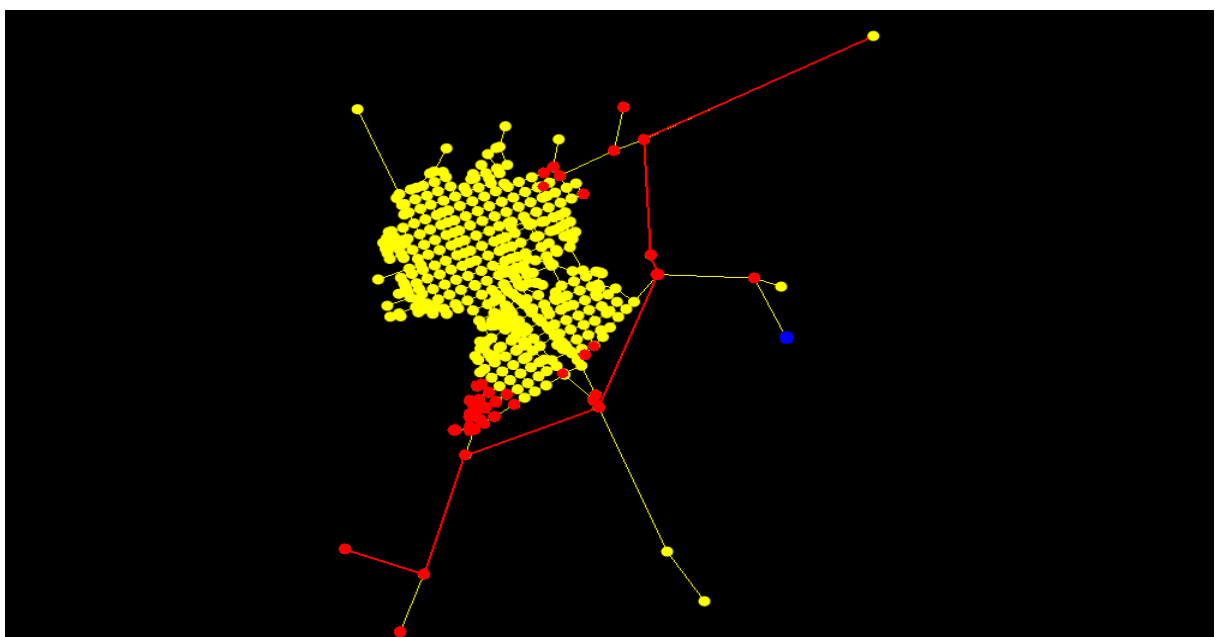


Figura 67: São Francisco de Assis ● Aumento da Acessibilidade ● Diminuição da Acessibilidade

3.5.2. São Francisco de Assis com carregamento – Centralidade Geométrica

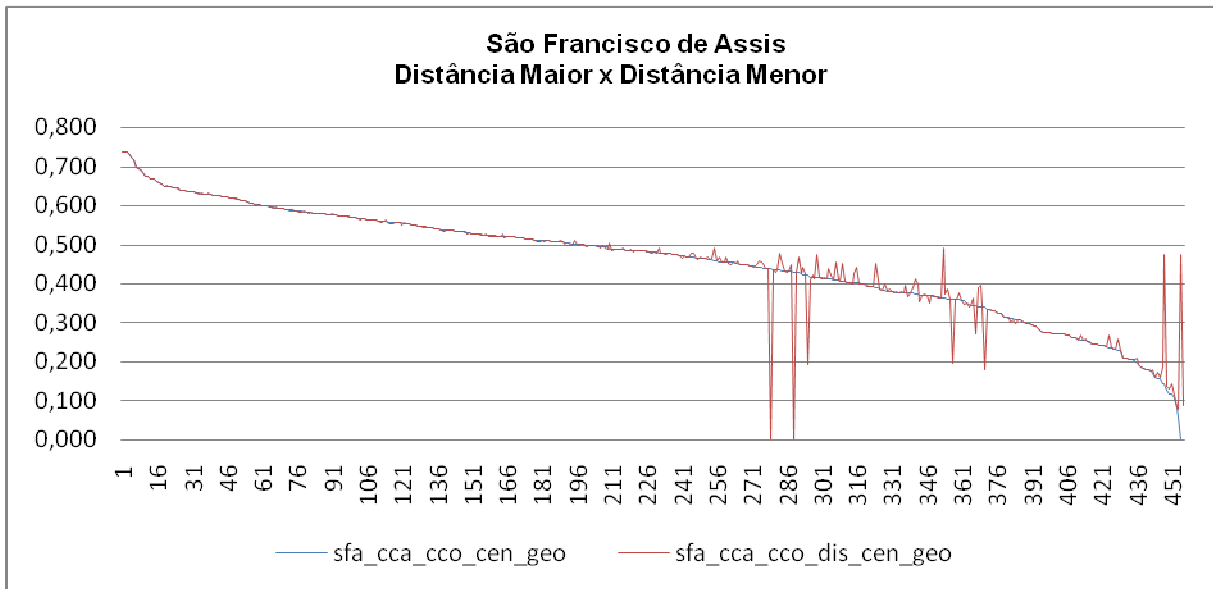


Figura 68: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica com o contorno construído (azul) e Centralidade Geométrica com o contorno simulado (vermelho), para São Francisco de Assis.

Nos pontos mais centrais, as medidas se mantiveram iguais, independente da distância do contorno. As alterações encontradas se localizaram nos pontos localizados nas bordas da cidade, quando a distância contorno-cidade foi menor. Os aumentos maiores ocorreram nos pontos que marcavam o contorno de distância menor. Já as diminuições, ocorreram nos pontos que marcavam o contorno maior. (obs.: pontos excluídos no contorno constaram com medida igual a zero)

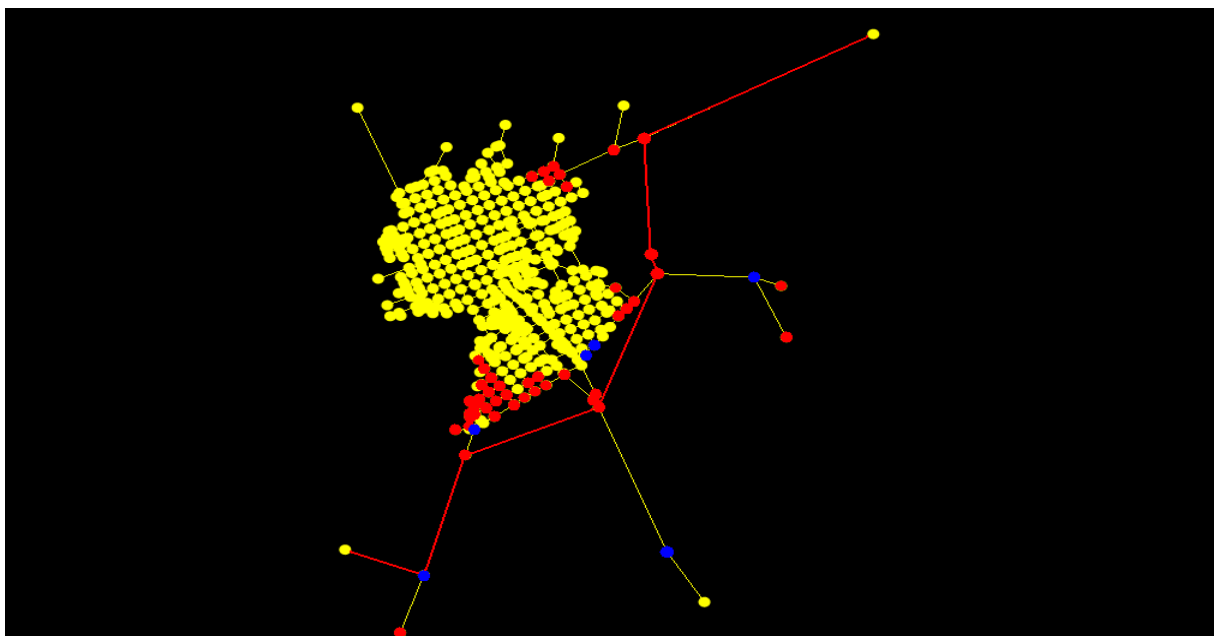


Figura 69: São Francisco de Assis ● Aumento da Centralidade ● Diminuição da Centralidade

3.5.3. Santiago – Acessibilidade Geométrica

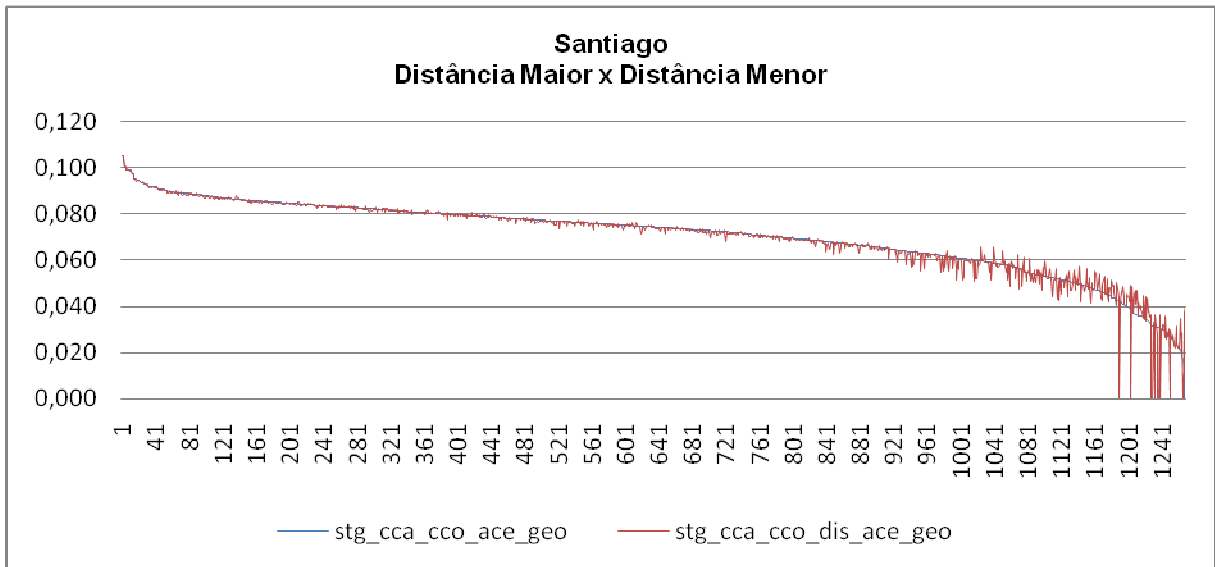


Figura 70: Gráfico comparativo entre Acessibilidade Geométrica com o contorno construído (azul) e Acessibilidade Geométrica com o contorno simulado (vermelho), para Santiago.

Nos pontos de maior Acessibilidade, a variação da distância implicou em alterações praticamente imperceptíveis ou muito leves. Contudo, nos pontos menos acessíveis, localizados nas bordas, as variações - tanto de diminuição de Acessibilidade, na borda N, quanto de aumento, na borda L - foram facilmente percebidas quando a distância contorno-cidade foi menor. Houve também aumento de Acessibilidade nos pontos que formaram o contorno simulado de distância menor, sendo que somente um destes era novo, já que o contorno utilizou pontos pré-existentes. (obs.: os pontos excluídos no contorno constaram com medida igual a zero)

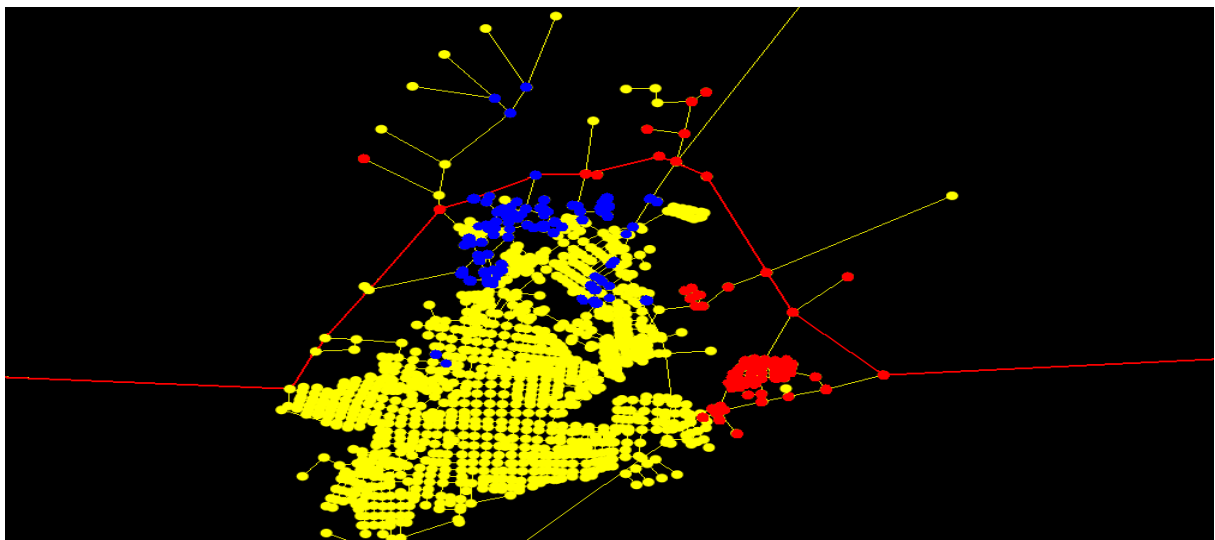


Figura 71: Santiago

● Aumento da Acessibilidade

● Diminuição da Acessibilidade

3.5.4. Santiago com carregamento – Centralidade Geométrica

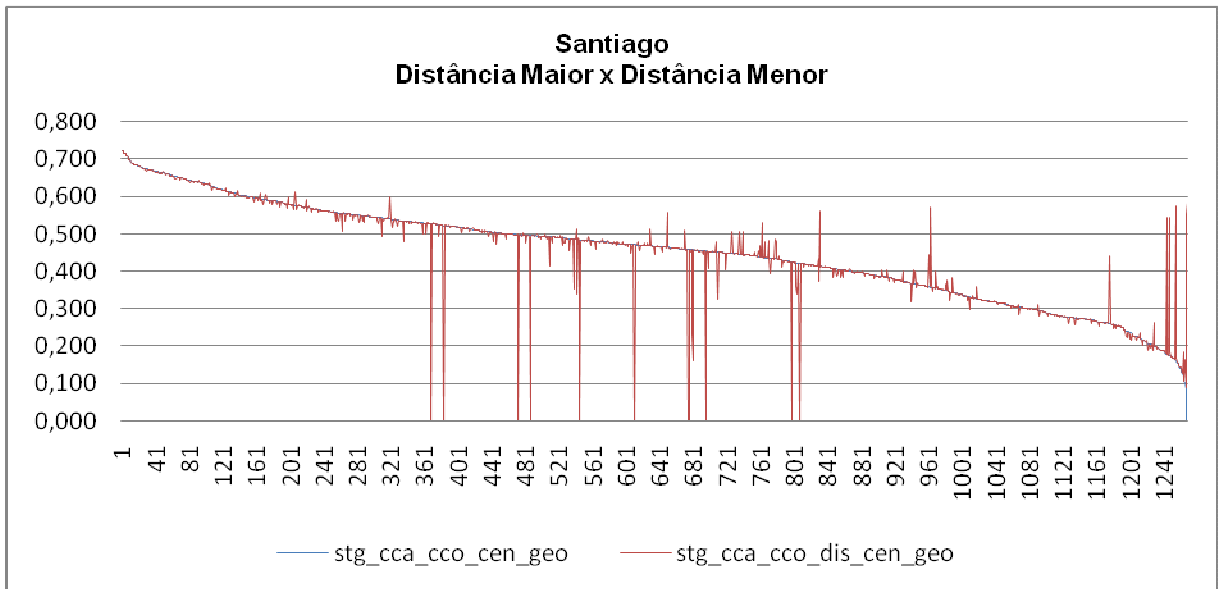


Figura 72: Gráfico comparativo entre Centralidade Geométrica com o contorno construído (azul) e Centralidade Geométrica com o contorno simulado (vermelho), para Santiago.

As alterações encontradas se localizaram nos pontos localizados nas bordas da cidade, quando a distância contorno-cidade foi menor. Houve uma diminuição de Acessibilidade na borda N, e nos pontos que marcavam o contorno de distância maior. Já os aumentos de Acessibilidade ocorreram nos pontos que marcaram o contorno de distância menor, bem como em pontos nos oito eixos de ligação ao contorno. (obs.: pontos excluídos no contorno constaram com medida igual a zero)

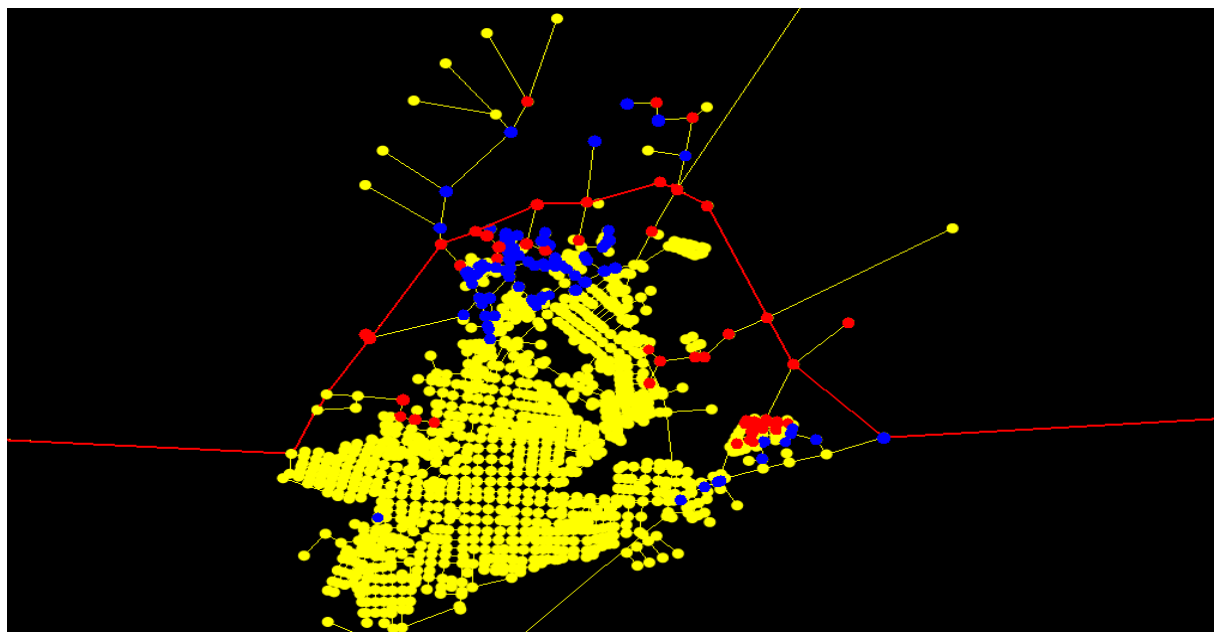


Figura 73: Santiago

● Aumento da Centralidade

● Diminuição da Centralidade

3.5.5. Discussão dos Resultados - Análise Espacial da Variação da Distância

Os gráficos e mapas da Análise Espacial Exploratória com Variação da Distância, apresentada nas páginas anteriores, estiveram embasados na comparação entre as o Contorno executado (Distância Maior) e o Contorno simulado (Distância Menor). Contudo, para melhor avaliar as efetivas diferenciações espaciais, foi importante analisar os resultados de uma forma mais ampla e dinâmica, considerando três tipos de medidas: Com Contorno de Distância Maior, Com Contorno de Distância Menor e Sem Contorno. Desse modo, foram detectados os seguintes fatos:

A) Quanto à Acessibilidade Geométrica em São Francisco de Assis, a maioria dos pontos tiveram suas medidas ou iguais ou diminuídas após o Contorno, independentemente da distância deste à mancha urbana. Os pontos mais acessíveis do sistema (miolo da cidade) não tiveram alterações significativas qualquer que fosse a distância cidade-contorno. Os pontos menos acessíveis tiveram diminuição de Acessibilidade após o contorno, contudo esta queda foi menos intensa quando a distância até a mancha urbana foi menor. Finalmente, o novo ponto do Contorno de Distância Menor apresentou uma medida de Acessibilidade levemente maior do que aquelas dos novos pontos do Contorno de Distância Maior, embora ambas estejam entre as mais baixas do sistema.

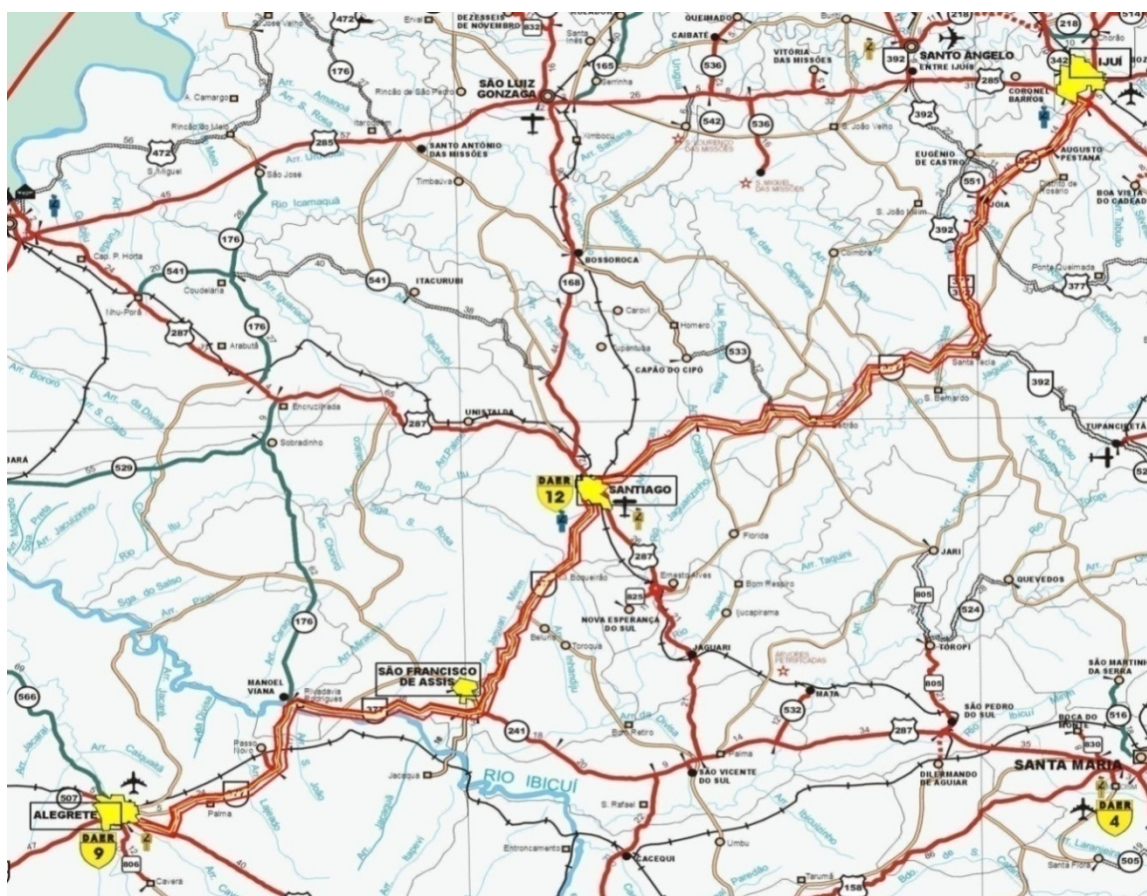
B) Quanto à Centralidade Geométrica em São Francisco de Assis, a maioria dos pontos tiveram suas medidas iguais após o Contorno, independentemente da distância deste à mancha urbana. Assim, em qualquer das situações os pontos mais centrais foram sempre os mesmos, localizados no miolo da cidade. As alterações de Centralidade ocorreram nos extremos da cidade, em pontos de Centralidade abaixo da média. Nestes casos, observou-se que alguns pontos que diminuía suas medidas após o Contorno de Distância Maior, passaram a aumentá-las com a simulação do Contorno de Distância Menor (borda Sudoeste). Do mesmo modo, pontos que já aumentavam suas medidas passaram, com o Contorno de Distância Menor, a aumentá-las ainda mais (borda Nordeste). Outra constatação foi de que os pontos ao longo dos dois diferentes traçados de contorno foram os que tiveram maiores aumentos de Centralidade.

C) Quanto à Acessibilidade Geométrica em Santiago, a maioria dos pontos tiveram suas medidas ou iguais ou diminuídas após o Contorno, independentemente da distância deste à mancha urbana. Os pontos mais acessíveis do sistema (miolo da cidade) não tiveram alterações significativas qualquer que fosse a distância cidade-contorno. Os pontos menos acessíveis, localizados nos limites da cidade, tiveram as maiores diminuições nas medidas de Acessibilidade após o contorno, independentemente da distância deste até a mancha urbana. Contudo, a diferença desta distância inferiu em diferentes níveis de diminuição. Assim, o Contorno de Distância Menor apresentou na borda Leste da cidade uma queda maior da Acessibilidade, enquanto, na borda Norte, a queda foi menor. Finalmente, um fato relevante detectado foi o leve aumento real de Acessibilidade em alguns pontos quando o contorno foi simulado mais perto da cidade. Estes pontos já existiam antes de qualquer contorno e passaram a fazer parte do traçado do Contorno de Distância Menor.

D) Quanto à Centralidade Geométrica em Santiago, os pontos de máxima medida (situados no miolo da cidade) permaneceram inalterados após o Contorno, independentemente da distância deste à mancha urbana. As alterações de aumento de Centralidade devido ao novo contorno ocorreram em pontos de Centralidade mais baixa, localizados nos eixos de acesso da cidade. Este aumentos foram ainda maiores quando o contorno foi simulado mais perto da mancha urbana. Também tiveram grande aumento de Centralidade alguns pontos localizados ao longo do traçado do Contorno de Distância Menor, mas que já existiam antes de qualquer contorno. Por outro lado, as diminuições de Centralidade ocorreram em alguns pontos de Centralidade média antes do contorno, localizados nas bordas Norte e Leste da cidade. Estas diminuições foram maiores ainda - tanto nos valores quanto nos número de pontos - quando o contorno foi simulado mais perto da mancha urbana.

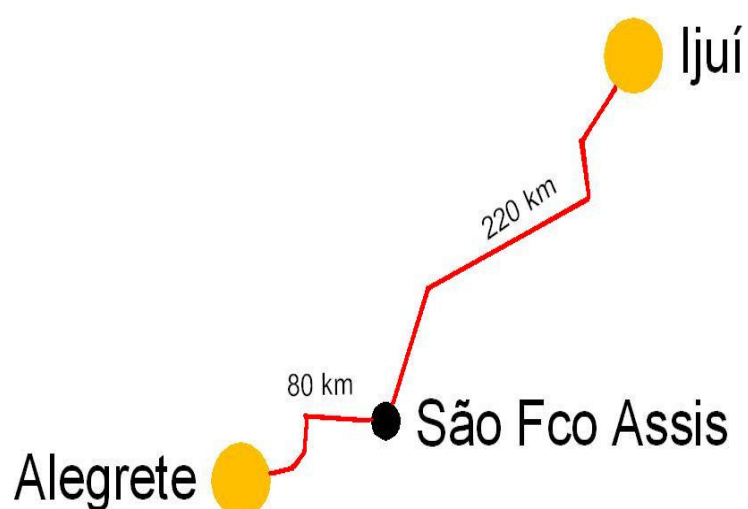
3.6. Análise Espacial Microrregional

As estradas podem contornar ou não as cidades, mas elas, de alguma forma, sempre conectam as cidades - passando por diferentes pontos de uma região, que, no final, formam uma grande rede. Assim, os fluxos de passagem que usam uma rodovia afetam as cidades por onde passam, e contribuem na definição de muitos aspectos locais. A rodovia deste estudo de caso, atravessa duas regiões bem distintas do Rio Grande do Sul, pois liga a Fronteira ao Planalto. Nos dois extremos desta rota de 300 km encontram-se as cidades de Alegrete e de Ijuí, ambas com aproximadamente 70.000 habitantes, e ambas pólos de suas respectivas regiões. Já as cidades deste estudo de caso, São Francisco de Assis e Santiago, estão no meio do caminho e recebem fluxos de pessoas, de produtos e de informações (influências) dos dois pólos. Inclusive, estas cidades apresentam características sócio-econômicas e geográficas intermediárias entre as típicas da Fronteira e as do Planalto.



Figuras 74: Mapa do trecho da RS 377, desde Alegrete, ao Sudoeste, até Ijuí, ao Nordeste, passando pelas cidades deste estudo de caso (São Francisco de Assis e Santiago) - Fonte: Daer

Esta introdução foi feita para delimitar a região e justificar a escolha dos pólos regionais, mas o intuito deste capítulo foi analisar o efeito do fluxo entre essas cidades-pólo nos sistemas internos de São Fco. de Assis e de Santiago, já que os “viajantes” percorrem uma pequena parte destas cidades do estudo de caso. Aliás, nesse sentido, é interessante lembrar que um dos atributos de um contorno viário, tema principal desta dissertação, está, justamente, relacionado à circulação do fluxo externo à cidade. Abaixo, mapas com as rotas entre as cidades-pólo, passando pelas cidades-alvo.

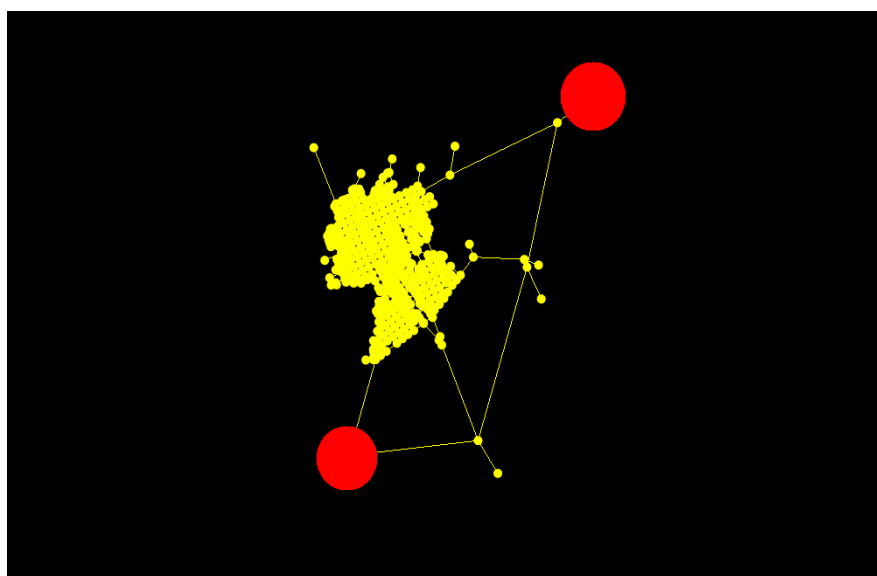


Figuras 75: Distância da cidade estudo de caso (São Fco. Assis) até as cidades-pólo (Alegrete e Ijuí)

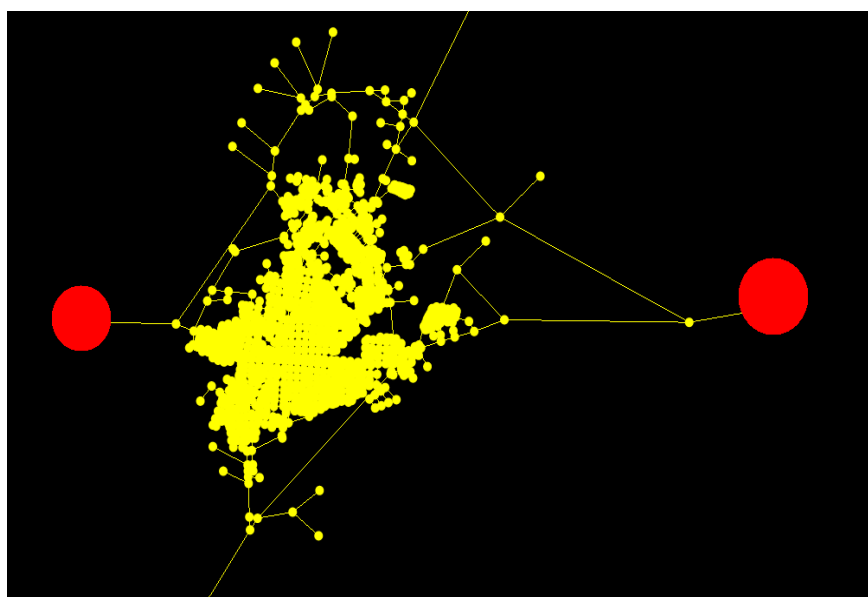


Figuras 76: Distância da cidade estudo de caso (Santiago) até as cidades-pólo (Alegrete e Ijuí)

O experimento analisou os fluxos que atravessam as cidades, utilizando a medida de Polaridade, com o auxílio do software Medidas Urbanas. Para tanto, esta análise utilizou os mesmos sistemas dos experimentos anteriores, porém as cidades receberam mais dois nós em suas extremidades, reproduzindo as origens e destinos de viagens externas ao núcleo urbano. Esses pontos representaram as cidades-pólo da região - Alegrete e Ijuí - conforme os diagramas seguintes:



Figuras 77: Novos pontos (vermelho) no sistema de São Fco. de Assis, representando Alegrete e Ijuí.



Figuras 78: Novos pontos (vermelho) no sistema de Santiago, representando Alegrete e Ijuí.

As representações das cidades-pólo (em vermelho, nos mapas) não foram locadas nos sítios reais de Alegrete e de Ijuí, mas sim nos pontos de chegada e saída da RS 377 em cada uma das cidades. Isso foi admissível porque as distâncias não influíram nesta parte do experimento, já que o que a medida de Polaridade buscou captar foi a tensão dos “viajantes” justamente no intervalo das travessias urbanas.

Para simular a importância dos pólos externos, os sistemas receberam uma grande carga adicional em cada um dos dois pontos novos. O valor desse carregamento (moradores, serviços, etc.) não importou muito, já que eles se mantiveram iguais em todos os testes. Contudo, foi importante considerar a proporcionalidade entre população e serviços, isto é, entre demanda e oferta. Para ajudar na definição dessa proporção, foram analisados os valores dos carregamentos das próprias cidades do estudo de caso, conforme o quadro abaixo.

Uso	Peso	SÃO FCO. DE ASSIS		SANTIAGO	
		Unid.	Carga	Unid.	Carga
Residência Baixa	1	4.672	4.672	13.061	13.061
Residência Média	4	5	20	70	280
Residência Alta	8	0	0	3	24
Total Demanda	...	4.677	4.692	13.134	13.365
Indústria	5	10	50	43	215
Serviço	10	223	2.230	589	5.890
Comércio Local	15	156	2.340	416	6.240
Comércio Geral	20	83	1.660	349	6.980
Especial	25	111	2.775	325	8.125
Total Oferta	...	583	9.055	1.722	27.450

Figuras 79: Uso do solo nas cidades de São Francisco de Assis e Santiago, com as diferentes cargas de demanda e de oferta.

Ambas as cidades guardaram, aproximadamente, uma relação de o dobro do valor de oferta para cada valor de demanda, proporção esta que foi utilizada para o carregamento dos novos pólos externos. As cargas adicionais foram calibradas, também, considerando a população das cidades-pólo (70.000 hab.) e sua relação com as populações de São Fco. de Assis (13.500 hab.) e de Santiago (45.000 hab.) - nas quais a carga de demanda é de 1/3 do número total de habitantes.

Assim, em cada cidade/sistema foram cadastrados dois novos usos em cada um dos dois pontos externos, os quais receberam cargas adicionais, conforme a tabela:

	SÃO FCO. ASSIS	SANTIAGO
Demanda_Alegrete	22.000	22.000
Demanda_Ijuí	22.000	22.000
Oferta_Alegrete	45.000	45.000
Oferta_Ijuí	45.000	45.000

Figuras 80: Cargas adicionais de Demanda e de Oferta das cidades-pólos, as quais são iguais tanto para Alegrete, quanto para Ijuí, já que ambas as cidades tem população total semelhantes.

A Polaridade foi calculada com o sistema parcialmente carregado, no qual foram habilitados apenas os atributos significantes, e todos os outros foram desabilitados. Desse modo, no momento do cálculo, foram escolhidas somente a demanda de uma cidade-pólo e a oferta de outra cidade-pólo, conforme ilustrado na figura abaixo.

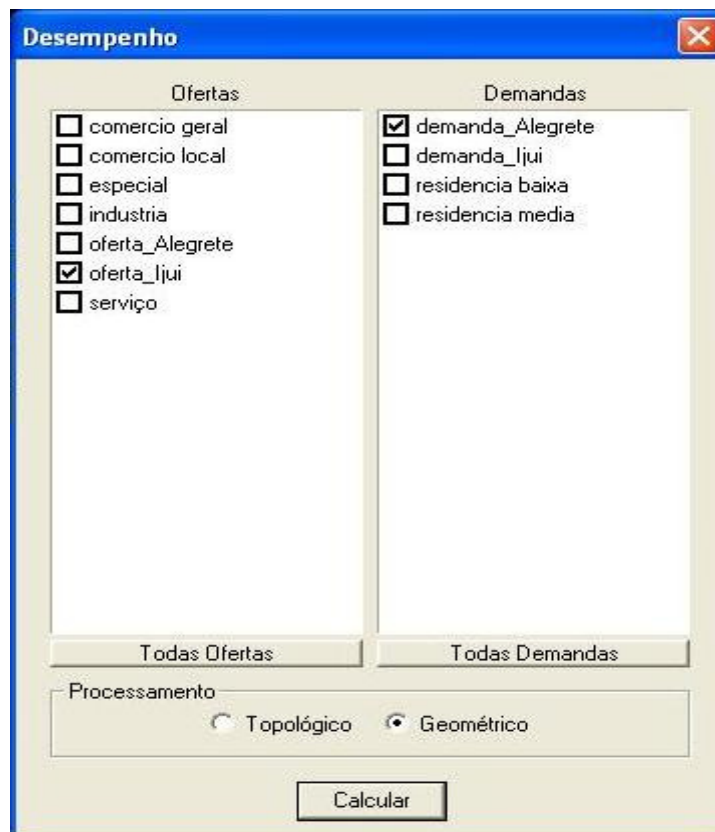


Figura 81: Janela de seleção de demandas e de ofertas envolvidas no cálculo da medida de desempenho (Polaridade). Fonte: Software Medidas Urbanas

A ativação de somente determinados usos permitiu analisar a interação entre os moradores (demanda) de Alegrete com os serviços (oferta) de Ijuí, e vice-versa. Os resultados deste experimento mostraram os pontos de maior Polaridade, ou seja, aqueles vértices que mais vezes apareceram nos caminhos mínimos, funcionando como intermediários. No mapa de visualização foi possível identificar claramente uma rota, marcando os fluxos desde que estes entravam até que saíssem das cidades. Os pontos do interior das cidades estavam desligados, de modo que seus pesos não tiveram influência, possibilitando a “livre” escolha da rota no traçado urbano, de acordo com as distâncias e fracionamento das tensões. Nesse sentido, a medida de polaridade tomou um valor constante, com a tensão distribuída igualmente entre todos os nós pertencentes à rota de travessia, conforme tabela:

Entidade	Carregame...	Imped...	PLA	PLR	PLR2
1238	45001.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1229	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1226	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1222	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1219	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1162	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1161	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1158	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1098	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1097	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1088	22001.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1077	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1053	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1051	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1049	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
1234	1.0000	1.0	66000000.0000	0.8666	6.2500
17	1.0000	1.0	0.0000	0.0000	0.0000
18	1.0000	1.0	0.0000	0.0000	0.0000
19	1.0000	1.0	0.0000	0.0000	0.0000
20	1.0000	1.0	0.0000	0.0000	0.0000
21	1.0000	1.0	0.0000	0.0000	0.0000

PLMVS: 1056000000.0000 DP: 7369841.5000 Média: 0.0109
 Exportar Resultados Visualizar

Figura 82: Janela com resultados de medida de Polaridade. Fonte: Software Medidas Urbanas

O cálculo foi feito considerando as distâncias geométricas, embora, neste caso específico, o cálculo com distâncias topológicas teria apresentado resultados praticamente iguais.

A maneira como essa tensão “atravessou” as cidades do estudo de caso podem ser vistas nos mapas e análises das próximas páginas.

3.6.1. São Francisco de Assis sem o contorno – Polaridade Geométrica

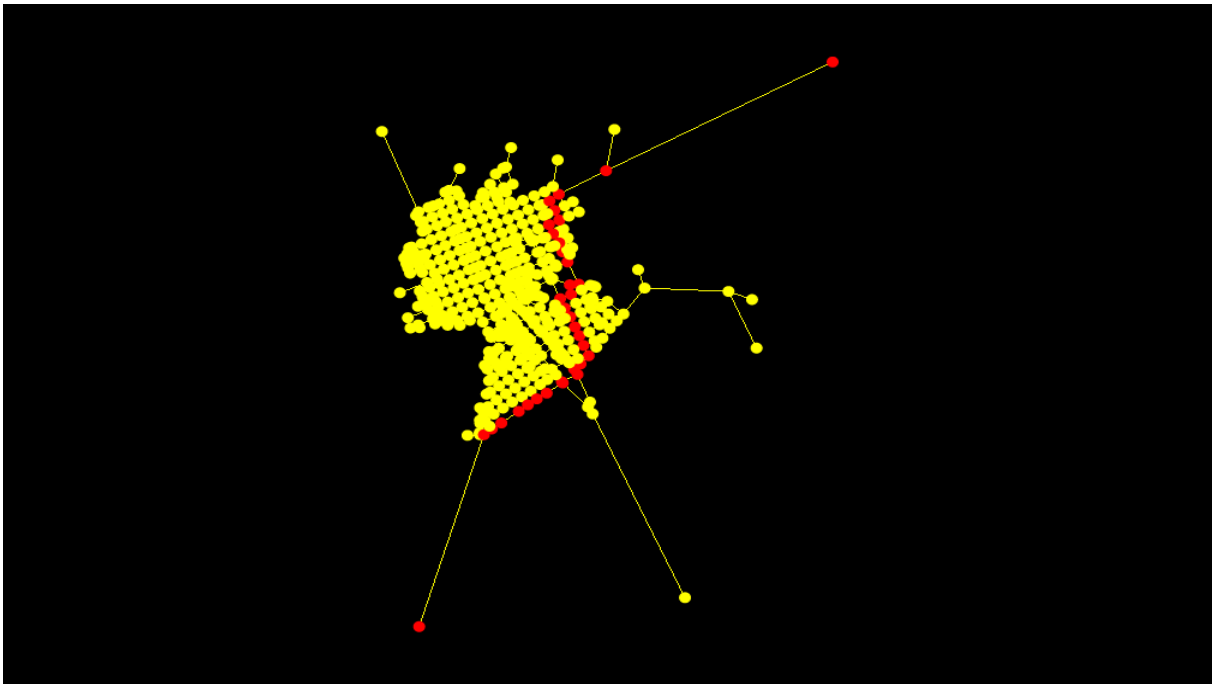


Figura 83: Rota de tensão de Polaridade em São Francisco, com o fluxo no sentido de Alegrete-Ijuí.

Nos dois sentidos, a rota sem o contorno foi praticamente a mesma, e ambas passaram por 34 pontos com valor de Polaridade Relativa igual a 0,830, distribuídos igualmente. A cidade contava com 455 pontos, dos quais 8% formavam a rota.

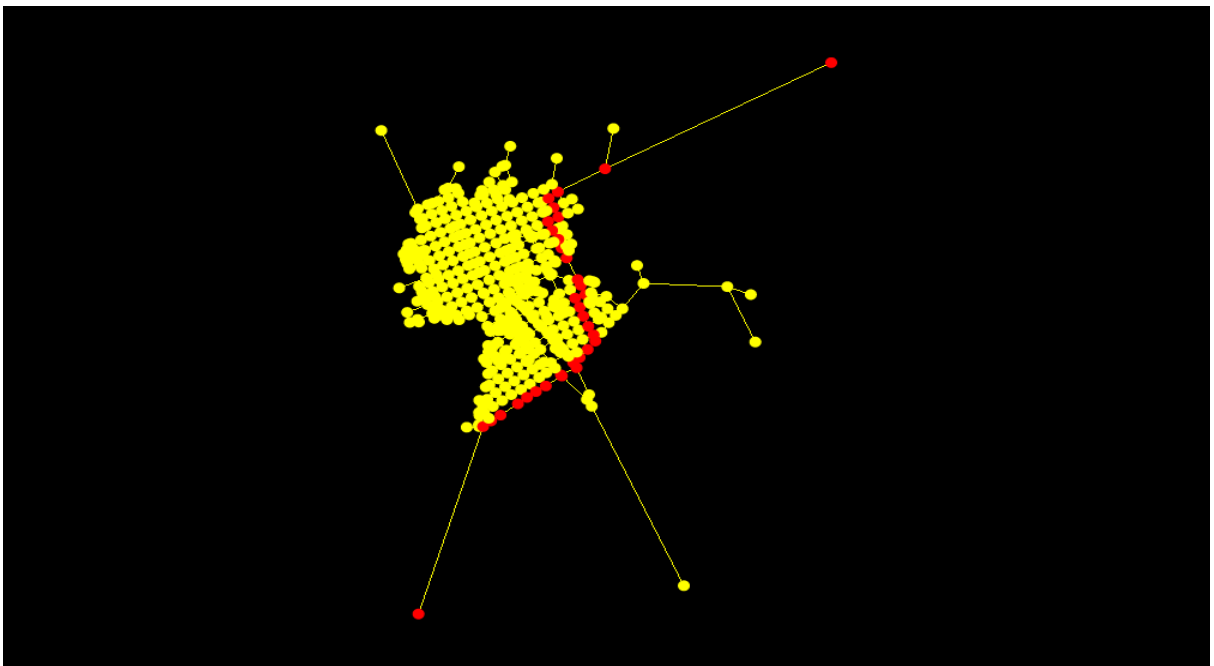


Figura 84: Rota de tensão de Polaridade em São Francisco, com o fluxo no sentido de Ijuí-Alegrete.

3.6.2. São Francisco de Assis com o contorno – Polaridade Geométrica

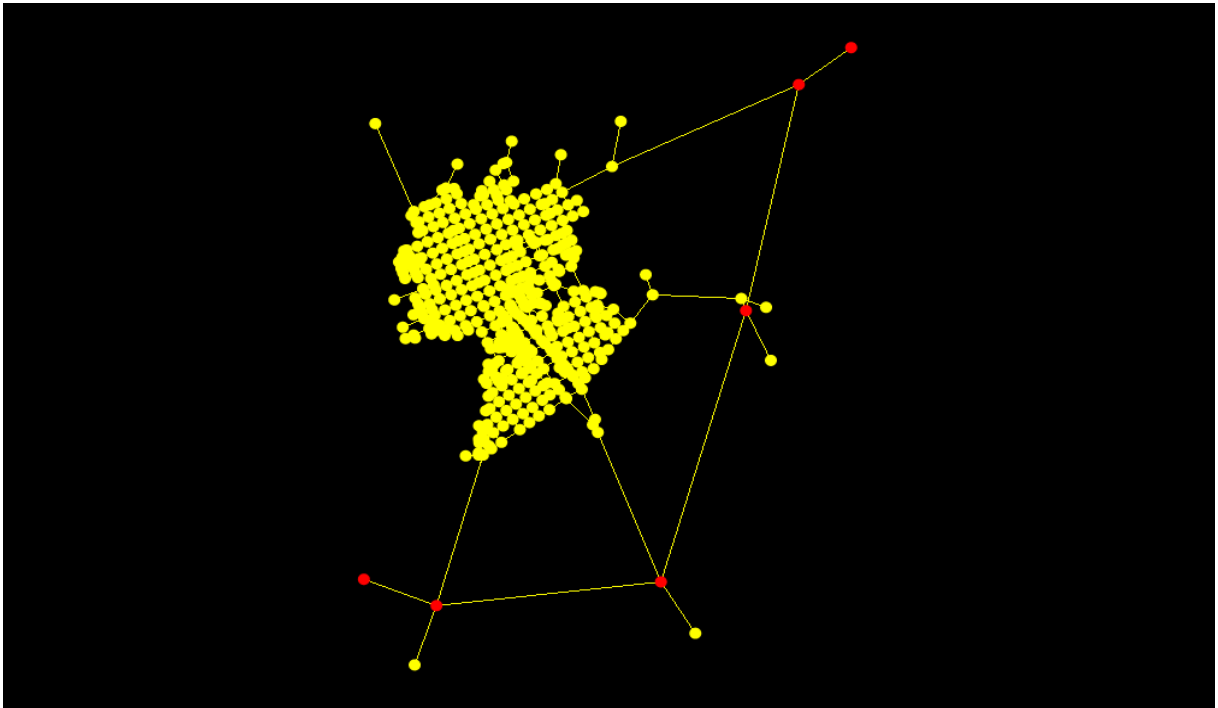


Figura 85: Rota de tensão de Polaridade em São Francisco, com o fluxo no sentido de Alegrete-Ijuí.

Nos dois sentidos, a rota com o contorno foi exatamente igual, passando por 6 pontos com o valor de Polaridade Relativa igual a 0,914, distribuídos igualmente.

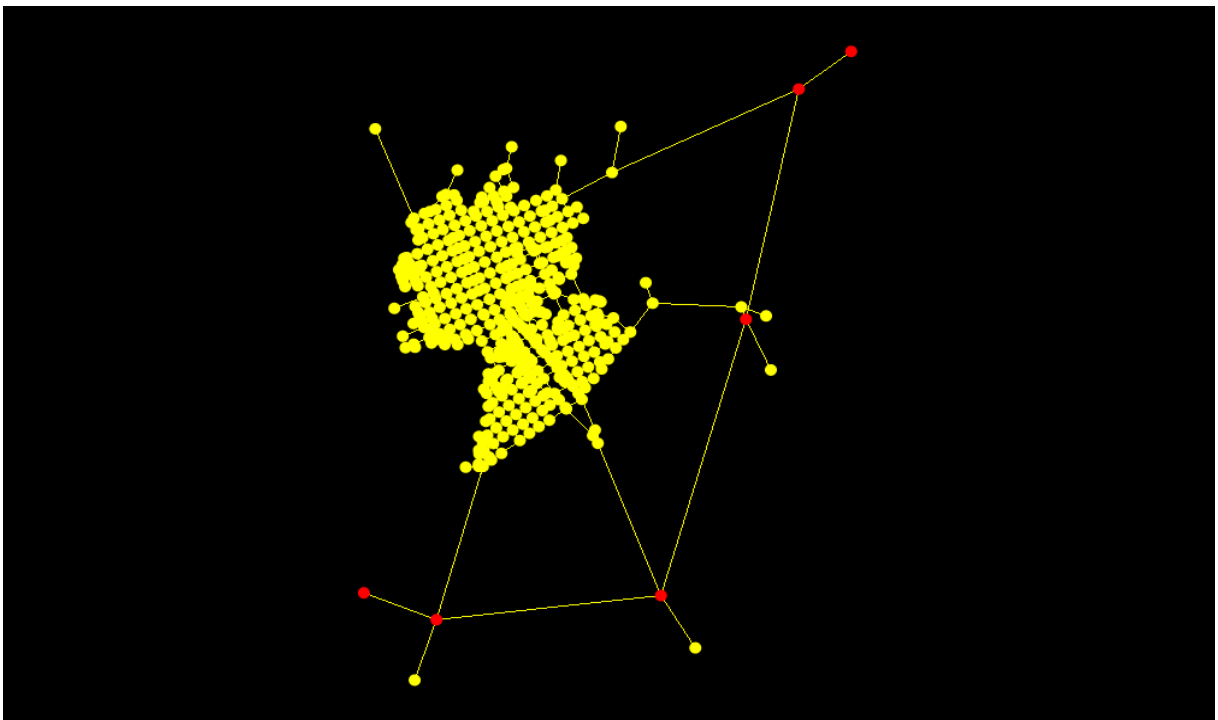


Figura 86: Rota de tensão de Polaridade em São Francisco, com o fluxo no sentido de Ijuí-Alegrete.

3.6.3. Santiago sem o contorno – Polaridade Geométrica

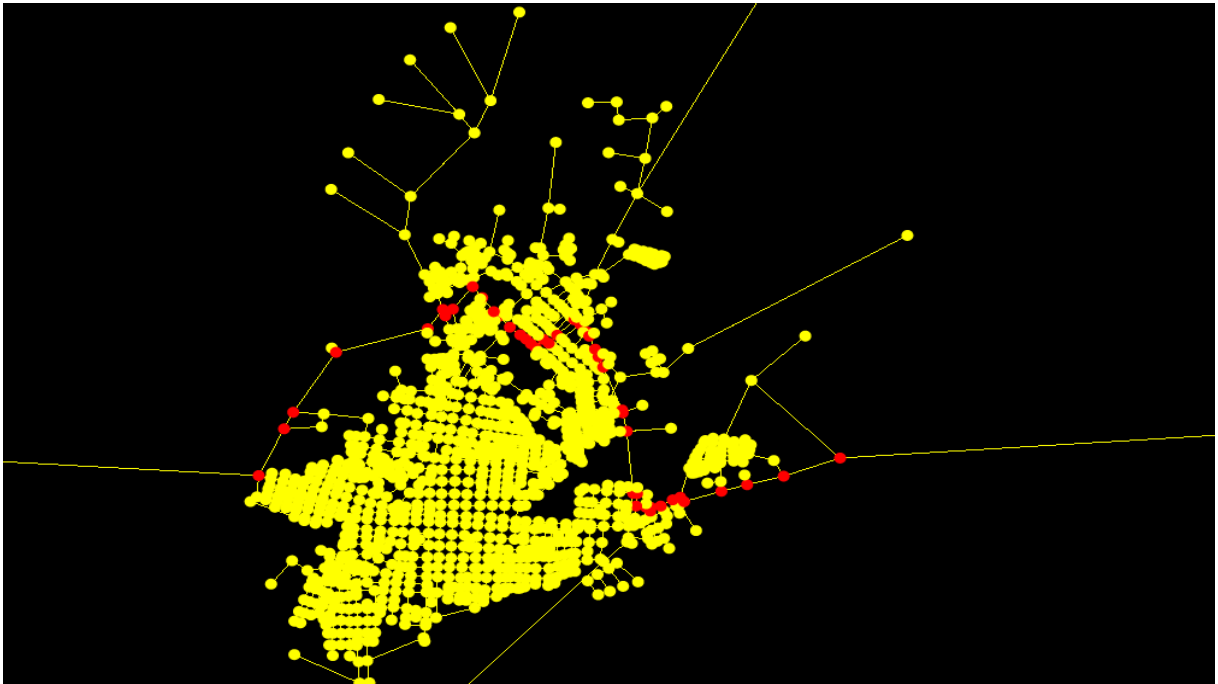


Figura 87: Rota de tensão de Polaridade em Santiago, com o fluxo no sentido de Alegrete-Ijuí.

Nos dois sentidos, a rota sem o contorno foi muito similar, e ambas passaram por 47 pontos com valor de Polaridade Relativa igual a 0,814, distribuídos igualmente. A cidade contava com 1268 pontos, dos quais 4% formavam a rota.

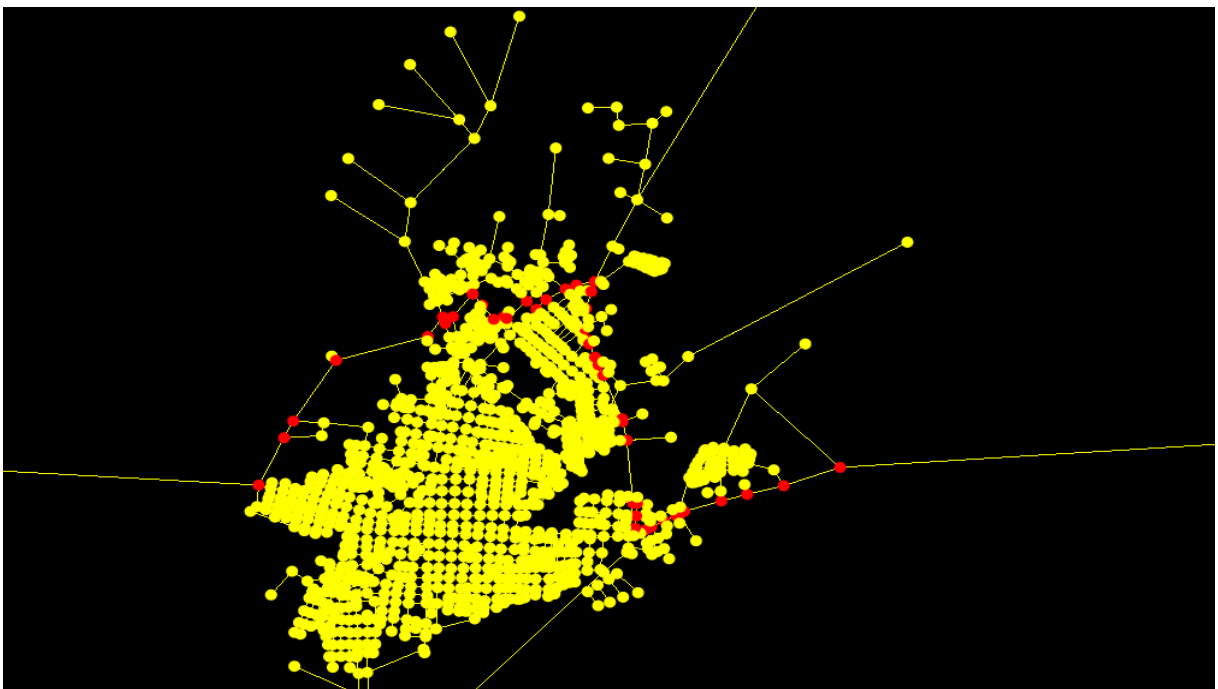
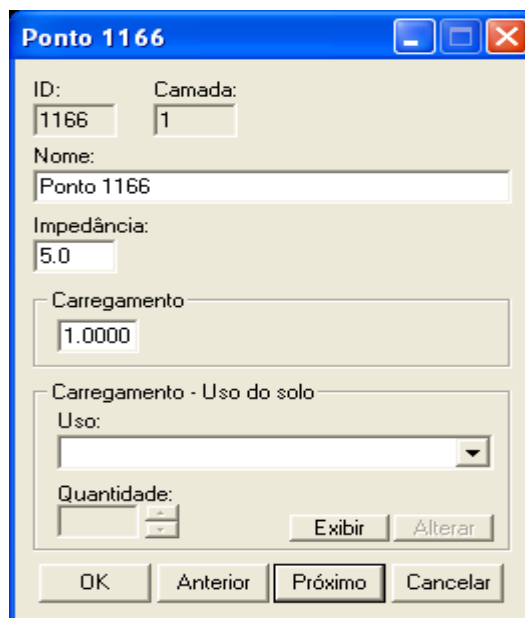


Figura 88: Rota de tensão de Polaridade em Santiago, com o fluxo no sentido de Ijuí-Alegrete.

Os mapas anteriores de Santiago estavam fora de contexto, pois a rota apresentada passava por vias sem pavimento e de difícil trafegabilidade. Desse modo, dois pontos dessa rota receberam um valor de impedância igual a 5.0, conforme a figura:



The image shows a software window titled "Ponto 1166" with the following fields and controls:

- ID: 1166
- Camada: 1
- Nome: Ponto 1166
- Impedância: 5.0
- Carregamento: 1.0000
- Carregamento - Uso do solo: Uso: [dropdown menu]
- Quantidade: [spinners]
- Buttons: Exibir, Alterar, OK, Anterior, Próximo, Cancelar

Figura 89: Janela com a marcação de Impedância diferente de 1,0. Fonte: Software Medidas Urbanas

O novo mapa resultante, indicou uma rota preferencial em linha quase reta, atravessando o miolo da cidade, através de 48 pontos com Polaridade igual a 0,813.

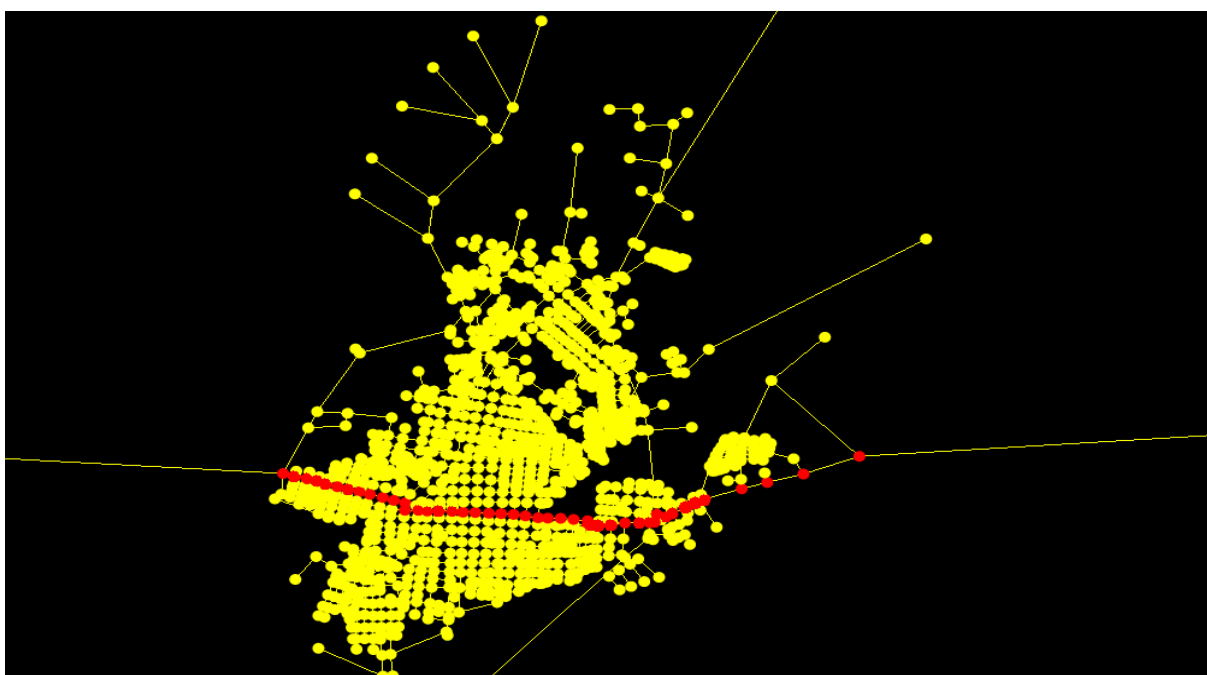


Figura 90: Rota de tensão de Polaridade em Santiago, com a consideração da Impedância.

3.6.4. Santiago com o contorno – Polaridade Geométrica

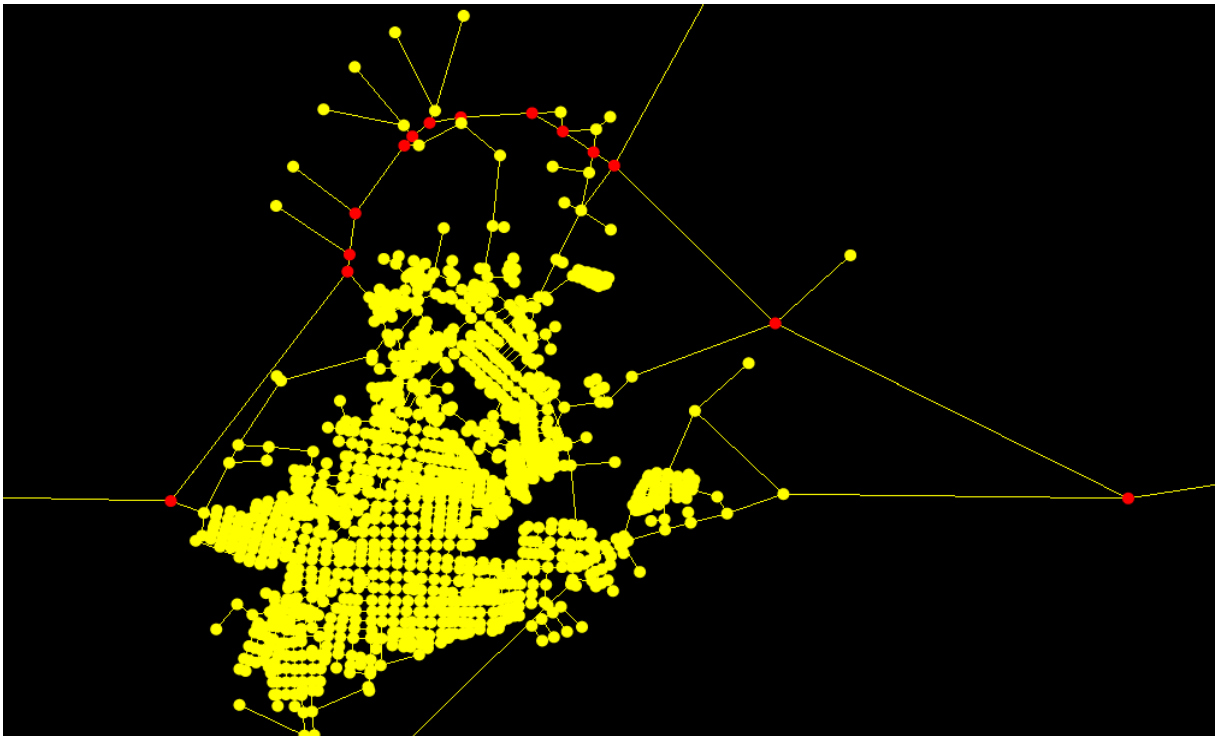


Figura 91: Rota de tensão de Polaridade em Santiago, com o fluxo no sentido Alegrete-Ijuí.

Nos dois sentidos, a rota com o contorno foi exatamente igual, passando por 16 pontos com o valor de Polaridade Relativa igual a 0,867, distribuídos igualmente.

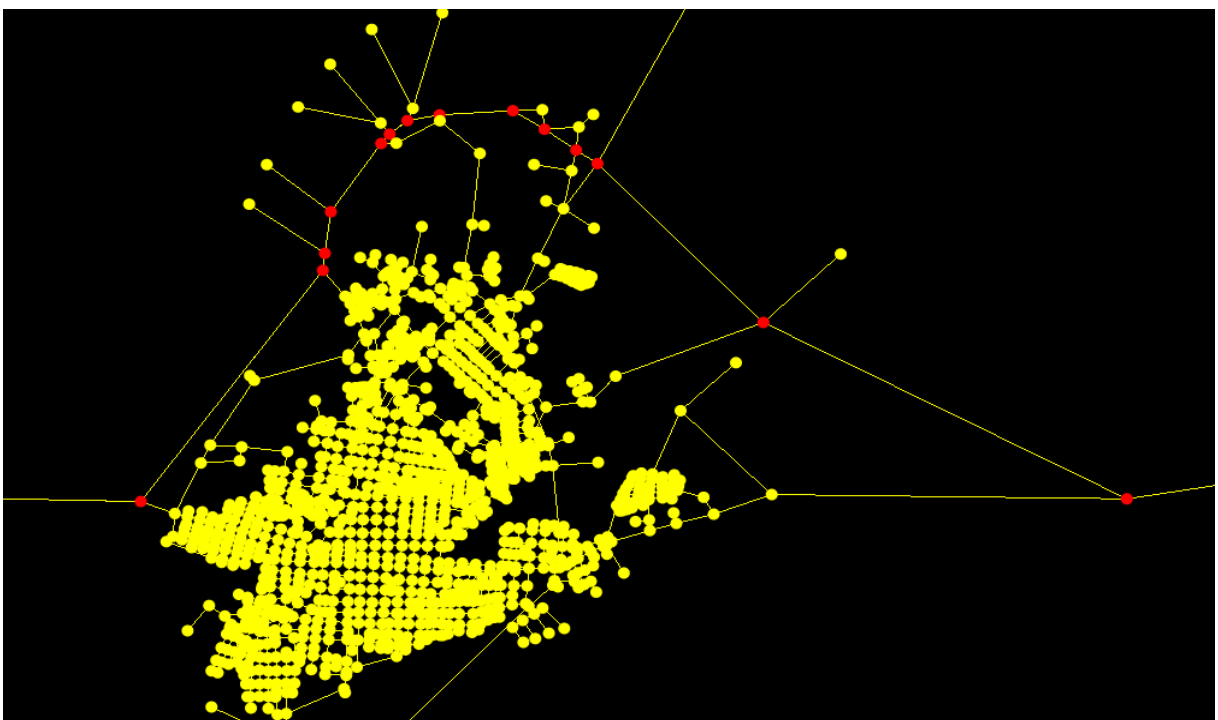


Figura 92: Rota de tensão de Polaridade em Santiago, com o fluxo no sentido de Ijuí-Alegrete.

3.6.5. Discussão dos Resultados - Análise Espacial Microrregional

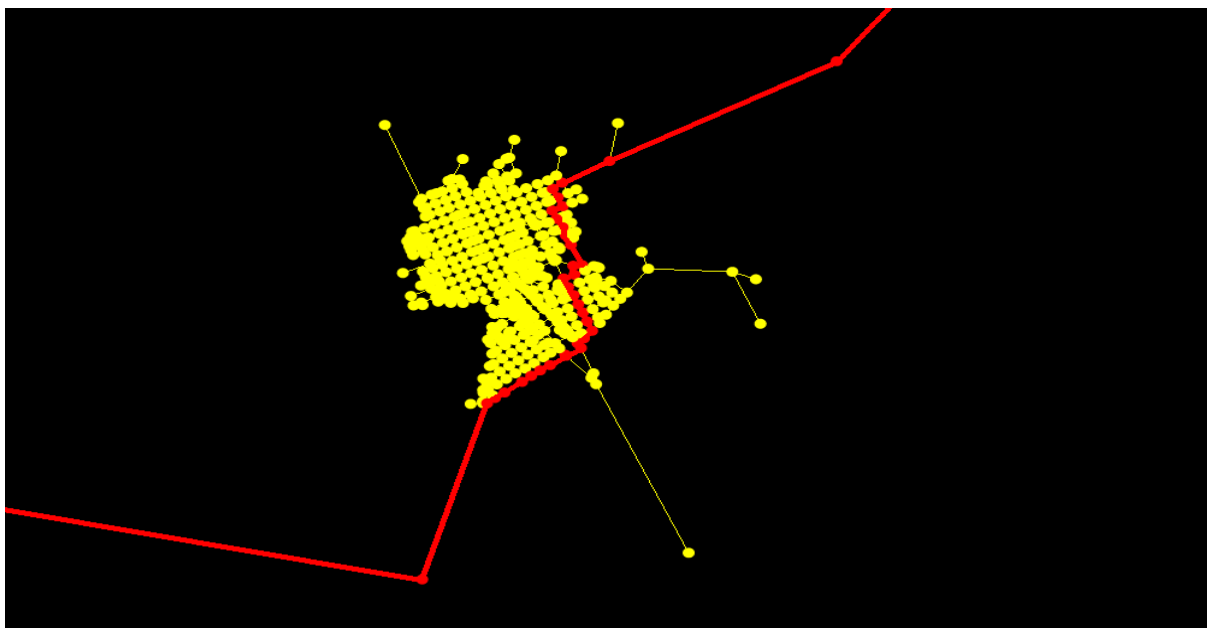


Figura 93: Rota do fluxo extra-urbano passando por São Francisco de Assis, sem o Contorno Viário.

Em São Francisco de Assis, antes do contorno, o fluxo percorria as ruas dos quarteirões com trama tradicional da cidade xadrez, embora nos limites desta, ou na sua periferia. Desse modo, o fluxo extra-urbano, mesmo que, de certa forma, marginal à cidade, com ela estava bastante conectado, com 34 pontos de conexão. A implantação do Contorno Viário retirou, abruptamente, a rota para fora da cidade, que ficou com apenas 4 conexões de acesso (“portais da cidade”).

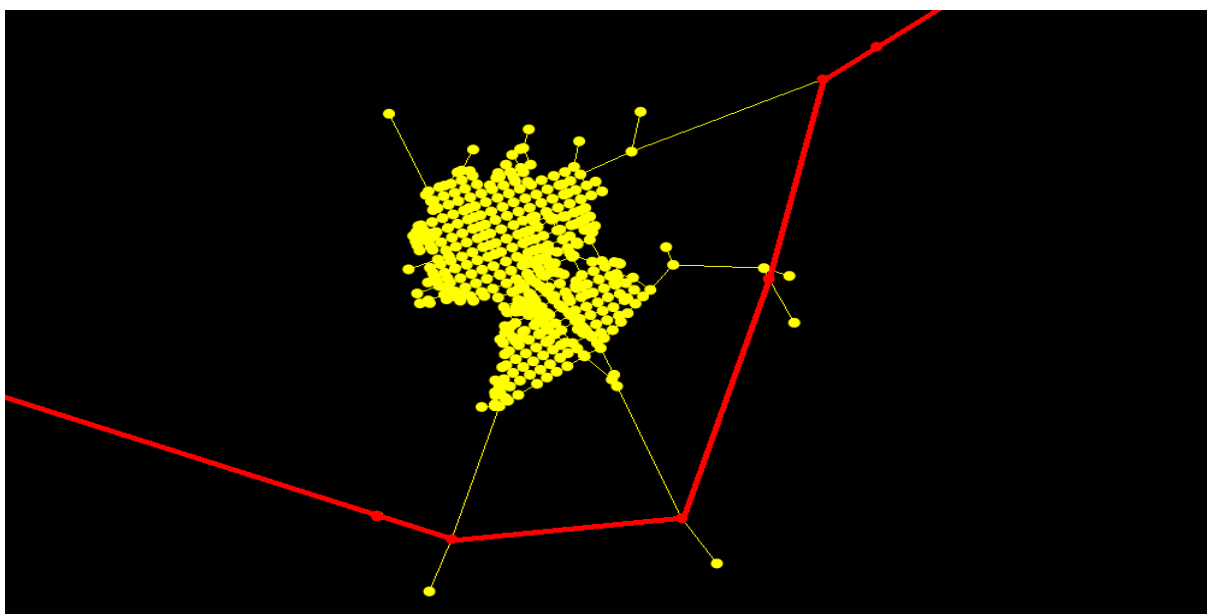


Figura 94: Rota do fluxo extra-urbano passando por São Francisco de Assis, com o Contorno Viário.

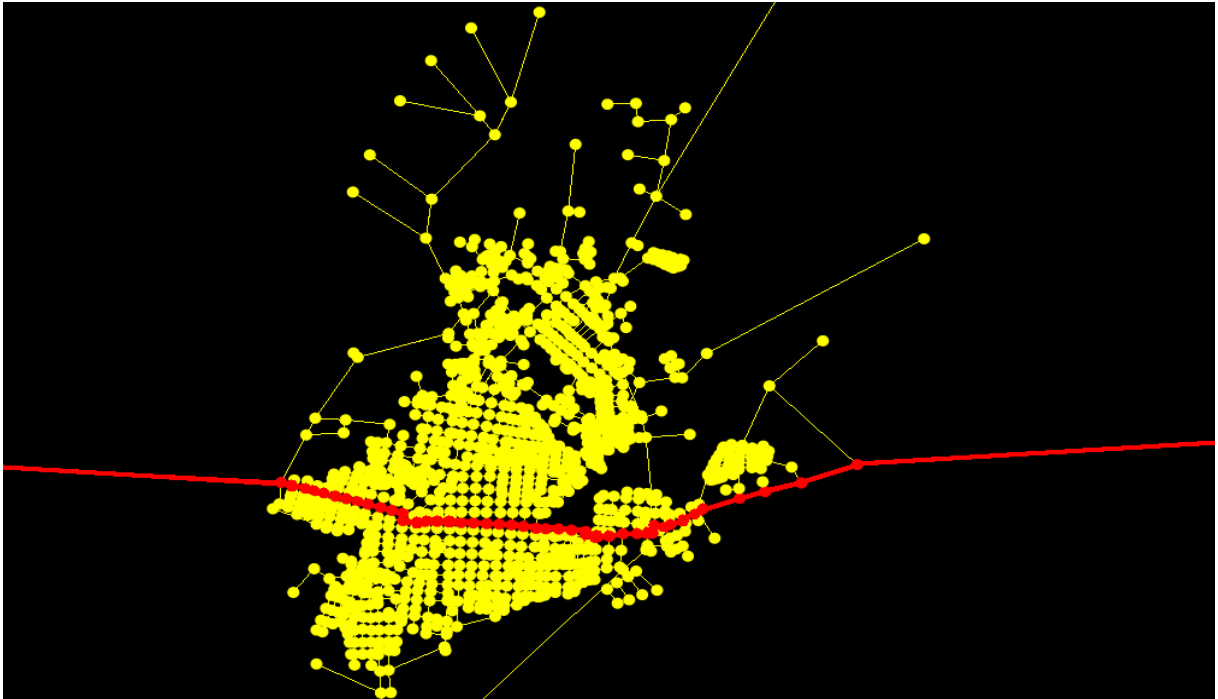


Figura 95: Rota do fluxo extra-urbano passando por Santiago, sem o Contorno Viário.

Já em Santiago, antes do contorno, o fluxo percorria as ruas mais importantes, quase em linha reta através do miolo da cidade. Desse modo, o fluxo extra-urbano estava completamente conectado à cidade, com 48 pontos de conexão. A implantação do Contorno Viário retirou, abruptamente, a rota para fora da cidade, que ficou com apenas 6 conexões de acesso (“portais da cidade”).

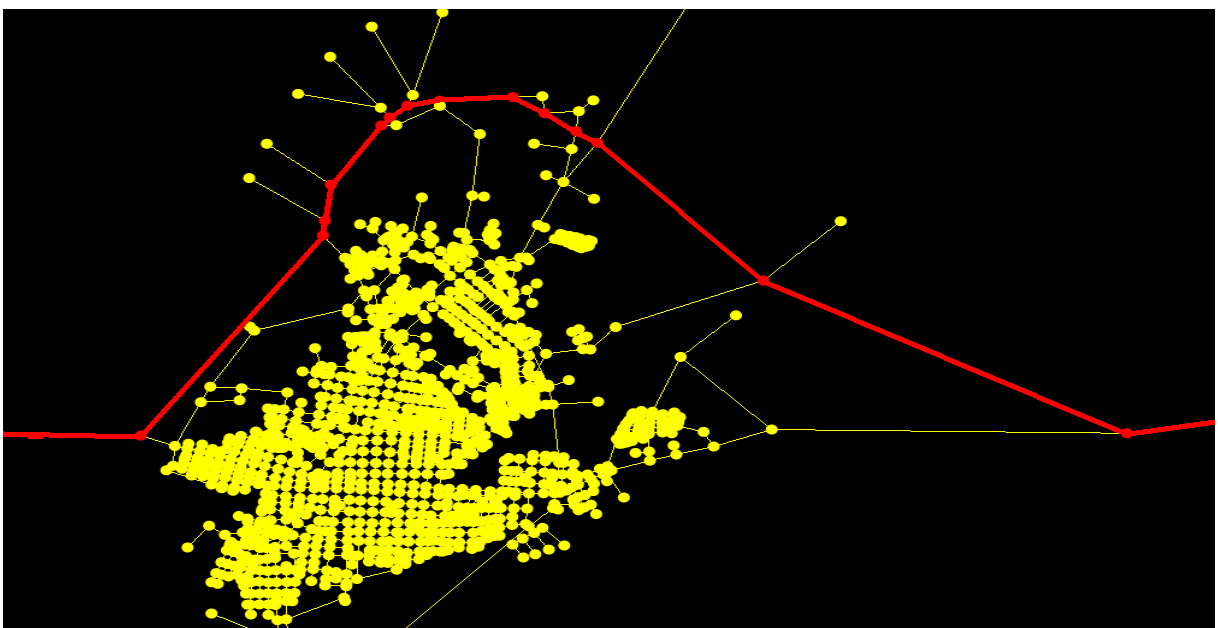


Figura 96: Rota do fluxo extra-urbano passando por Santiago, com o Contorno Viário.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentada identifica e avalia algumas conseqüências que as implantações de Contornos Viários causam nas formas urbanas das pequenas cidades. As hipóteses são investigadas através de um Estudo de Caso nas cidades de São Francisco de Assis e de Santiago, mas podem servir para avaliar desdobramentos em outras pequenas cidades que passam por situações semelhantes.

De maneira preliminar, cumpre salientar a primeira lição desse estudo: as cidades são entes complexos, com acontecimentos simultâneos e interligados. Deste modo, as hipóteses e os diferentes desdobramentos não podem ser analisados isoladamente. Além disso, as respostas tendem a ser temporárias, de modo que o experimento realizado tem um caráter mais investigativo do que realmente preditivo.

Primeiramente, a Análise Espacial Intra-urbana nas duas cidades estudadas aponta, em todas as medidas, que as influências mais relevantes de um Contorno Viário estão limitadas à região em que esta infra-estrutura está inserida. Como estes contornos têm por característica fundamental circundar as partes periféricas de uma cidade, pode-se concluir que as alterações nas medidas de diferenciação espacial acontecem, em geral, nas periferias. Desse modo, considerando somente a dinâmica interna da cidade, o experimento em São Francisco de Assis e Santiago constata que uma obra de Contorno Viário afeta apenas marginalmente a aglomeração urbana. Uma nova rodovia tende, então, a valorizar os pontos de baixas medidas, localizados nas periferias. É essa diferença entre as medidas de pontos vizinhos que induz ao crescimento urbano, uma vez que determinado ponto valoriza seu entorno. Os aumentos de Acessibilidade e Centralidade detectados em pontos do contorno podem estimular um crescimento periférico, até a situação-limite em que a rodovia é incorporada ao traçado viário urbano. Nesse caso os pontos ao longo do contorno devem ter altos valores de Centralidade e Acessibilidade. No Estudo de Caso desta dissertação, aparece somente uma situação em que o contorno adquire uma importância tão grande no sistema intra-urbano: No mapa de visualização das medidas de Centralidade Geométrica de Santiago com

Carregamento e Contorno de Distância Menor, o qual pode ser visto na figura 140, da página 113. Essa situação pode ser explicada pela maior proximidade que este contorno tem da mancha urbana, aliado ao maior número de conexões à Cidade, através de vias de acesso, cujos entroncamentos chamamos de “Portais da Cidade”.

Uma outra hipótese que o estudo explora é a situação em que o contorno desvia fluxos essenciais à vitalidade do assentamento, contribuindo para sua estagnação. Nesse sentido, a ferramenta utilizada é a Análise Microrregional, a qual, através da medida de Polaridade, podemos visualizar as modificações de rota preferencial dos viajantes externos à cidade. Assim, um contorno pode desviar do interior da cidade todo um movimento que anteriormente ativava a economia local. Neste caso, o fluxo extra-urbano vai valorizando os pontos da nova rota, ao longo do contorno. Ao mesmo tempo, o interior da cidade pode sofrer redução desse movimento, o que, em alguns casos, pode ser vital. Daí a importância de que o novo Contorno mantenha uma ligação adequada com a cidade, para que esta consiga recriar o contato que tinha com o fluxo de passagem. As medidas Microrregionais são cumulativas com as medidas Intra-urbanas, assim, os pontos dos contornos se valorizam tanto pelo aumento da Centralidade periférica quanto pela medida de Polaridade do novo rota

Ainda, quando a trama urbana não é suficientemente integrada, pode surgir um assentamento satélite devido a um aumento das medidas em algum ponto mais isolado, ou distante. Estes pontos, normalmente, atuam com atividades mais segregadas e voltadas ao tráfego da rodovia, e se localizam próximo de enlaces e acessos.

Mais além do estudo de alterações na forma urbana, esta dissertação carrega outros objetivos mais específicos, igualmente importantes para o pleno entendimento deste tema, conforme seguem abaixo.

Os diferentes capítulos do trabalho deixam bem perceptíveis que os projetos das infra-estruturas de Contornos Viários, além de práticas da engenharia, podem constituir um dos principais instrumentos de organização do território urbano. Desse modo, emerge um estímulo à participação do Planejamento Urbano e Regional, bem

como à integração multi-disciplinar com outras áreas (Engenharia dos Transportes, Engenharia Ambiental, entre outras). A área do Urbanismo deve ter consciência da importância de participar deste processo, estudando os impactos durante o estudo de traçado, já que este, certamente, altera, de alguma forma, as cidades envolvidas. É preciso conhecer essas alterações ainda antes de se decidir pela construção.

Para isso, este estudo é um bom exemplo, na medida em que apresenta diferentes formas de implantações de Contornos Viários, com os seus diferentes desdobramentos nas cidades. As simulações com a Variação da Conectividade e da Distância demonstram que cada projeto de traçado gera uma resposta formal da trama urbana da cidade por onde passa a estrada.

Ainda, são experimentados procedimentos de análise e simulação espacial adaptados à abordagem da relação entre assentamentos urbanos e contornos viários. Como exemplo destaca-se o uso do software Medidas Urbanas, que trabalha com medidas de diferenciação espacial de Acessibilidade, Centralidade e Polaridade. A análise espacial das redes permite antever e simular a localização das atividades, vislumbrando a possível valorização do solo e as tendências de urbanização.

Acima de tudo, o Estudo de Caso demonstra a relação entre as mudanças nas medidas de Centralidade e de Acessibilidade e as alterações da forma urbana, causadas por diferentes implantações de contorno. Esta nova rodovia pode alterar as medidas de diferenciação espacial, induzindo à mudança do uso do solo, do valor da terra e, conseqüentemente, da forma urbana das cidades. Primeiramente, o novo Contorno Viário, externo à cidade, cria uma zona de tensão na franja urbana, pois abre espaços antes incomunicáveis, aumentando as medidas de Centralidade nesses pontos. Então, surgem novas expectativas locais de atividades urbanas, desequilibrando as tendências naturais de desenvolvimento, o que faz aumentar o preço desse solo. Uma vez instalados os novos usos, as cargas dos atributos destes pontos aumentam e, assim, a medida de Centralidade deste ponto vai aumentar novamente. Deste modo seqüencial a cidade vai se modificando. Ainda quanto às medidas, é importante mostrar que, no caso de São Francisco de Assis e

Santiago, as Medidas de Acessibilidade Geométrica e Centralidade Geométrica com carregamento se mostraram as mais importantes e factíveis, já que trabalham com as distâncias reais e com os atributos totais. Finalizando, fica evidente a eficácia dessas medidas no apoio do estudo dos impactos de novos contornos.

Os diferentes gráficos e mapas apresentados ao longo do trabalho exemplificam e facilitam a verificação de inúmeros desdobramentos de alternativas e critérios de traçado para contornos viários. É preciso que se entenda o processo pela ótica da qualidade urbanística, isto é, quando se valoriza o crescimento equilibrado do território. Ao planejador cabe, não só evitar a estagnação, mas estimular o desenvolvimento ordenado de pequenas cidades. Nesse sentido, ao lidar com o enfoque de oferta – e não o de demanda - criam-se as melhores alternativas de projetos. E o estudo de caso mostra que a construção de contornos e seus acessos até uma cidade pode ser um fator decisivo na distribuição geográfica do crescimento urbano.

Finalmente, o estudo explicita a complexidade das cidades atuais, com a multiplicidade e simultaneidade de seus processos. Este é o limite, e também o desafio, para a previsão dos fenômenos urbanos. Os modelos, a exemplo deste estudo de caso, servem para estudar alternativas, testar opções e visualizar cenários. Porém o sistema urbano está constantemente se reorganizando diante de mudanças, nas interações com o ambiente, e reagindo frente à natural desestabilidade. Assim, a temporalidade das respostas mostram que o experimento tem um caráter mais investigativo do que realmente preditivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGÉ, M. *Não-lugares: Introdução a uma antropologia da supermodernidade*. 7ª Edição. Campinas: Ed. Papirus, 1994. (Coleção Travessia do século)

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte (DNIT). *Criação e cadastro de anel ou contorno rodoviário*. Norma 003/2002, 2002.

FREIRE, L. H. C. V. *Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas: Rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS*. 2003. Dissertação (Mestrado) - PPGEP, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

HANSEN, W. G. How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners*, nº 25, p. 73-76, 1959.

HILLIER, B.; PENN, A.; HANSON; GRAJEWSKI, T.; XU, J. Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B*, vol. 20, p. 29-66, 1993.

KRAFTA, R. Estrutura espacial urbana, centralidade e ordem simbólica na região metropolitana de Porto Alegre. In: _____. (Org.). *Análise espacial urbana: aplicações na região metropolitana de Porto Alegre*. Porto Alegre: Ed. Ufrgs, 2009. p. 107-126.

KRAFTA, R. Fundamentos del análisis de centralidad espacial urbana: Centro – h. *Revista de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos*, nº 2, p. 57-72, 2008.

LISBOA, M. V. *Contribuição para a tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçado para rodovias em trechos urbanizados*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2002.

LYNCH, K. *A boa forma da cidade*. Edições 70, 2007. 448 p.

MASCARÓ, J. L. *Infraestrutura Urbana*. 1ª Edição. Porto Alegre: Ed. +4, 2005.

MC CORMACK, S. Agents of change. *World Highways/Routes du Monde*, Route One Publishing, vol. 10, nº 3, 2001. P. 32-34, 2001.

MENEZES, F. A. B. *Análise e tratamento de trechos rodoviários críticos em ambientes de grandes centros urbanos*. 2001. Dissertação (Mestrado) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

POLIDORI, M. C. Simulação de crescimento urbano e sustentabilidade. In: CONFERENCIA IBEROAMERICANA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, XI., 2007, Buenos Aires. *Anais...* 2007.

PROUDLOVE, J. A. Traffic in towns: a review of the Buchanan and Crowther reports. *Town Planning Review*, Liverpool University Press, vol. 34, nº 4, 1964.

READ, S. A. Flat City: a space syntax derived urban movement network model. In: INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON SPACE SYNTAX, 5th., 2005, Amsterdam. *Proceedings...* Techne Press, 2005. p. 341-357.

RIGATTI, D. Loteamento, expansão e estrutura urbana. *Paisagem e Ambiente*, Ensaios, nº 15, p. 35-69, 2002.

SALAMONI, G. F. *O crescimento urbano por extensão e suas repercussões morfológicas em estruturas urbanas: Estudo de caso em Santa Maria, RS*. 2008. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - PROPUR, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

SANTOS, N. C. *Simulação do fluxo de veículos pesados em área urbana*. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SERRANO, M. M. Influencia de las carreteras en el desarrollo urbano de la Comunidad de Madrid en el periodo de 1987-1997. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. extra-ordinário, p. 459-469, 2002.

SILVA JR., S. B.; FERREIRA, M. A. G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. *Revista Sociedade e Natureza*, vol. 20, 2008.

SILVA, T. O. *Alternativas de traçado do anel viário urbano da cidade de Viçosa, MG, através da integração SIG - Análise Multicritério*. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2004.

TORRENS, P. M. How Land - Use and Transportation Models Work, *CASA Working Paper*, Centre of Advanced Spatial Analysis, University College London, nº 29, 2000.

TRINTA, Z. A. *Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso*. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

VALENZUELA MONTES, L. M. *Accesos y forma urbana em las ciudades medias andaluzas*. 2000. Tese (Doutorado) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, Granada, 2000.

VALLLEJO, M. H. (Ed.). *La ingeniería en la evolución de la urbanística*. 1ª Edição. Barcelona: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. (Arquitext)

VALLLEJO, M. H. *Las formas de crecimiento urbano y las variantes de carretera*. 1995. Tese (Doutorado) - Escola de Enginyers de Camins, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1995.

VAN NES, A. Road Building and Urban Change: A morphological and configurative explanation of how ring roads change the pattern of distribution of shops in city and town centers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE SYNTAX, 3th., 2001, Atlanta. *Proceedings...* 2001.

WOLF, P. M. *Eugène Henard and the beginning of urbanism in Paris, 1900-1914*. The Hague/Paris: International Federation for Housing and Planning/Centre de Recherche d'Urbanisme, 1968. 118 p.

XAVIER, R. *Alternativas para o traçado do hiperanel rodoviário da região metropolitana de Belo Horizonte, MG, utilizando rotinas de apoio à decisão em SIG*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberaba, Uberaba, 2002.

ZECHLINSKI, A. P. *Mobilidade urbana: Morfologia e Sistema Configuracional*. 2009. Monografia (Disciplina de Urbanismo Integrado) - UFRGS, Porto Alegre, 2009.

6. ANEXOS

6.1. Mapas das Medidas Urbanas de São Francisco de Assis

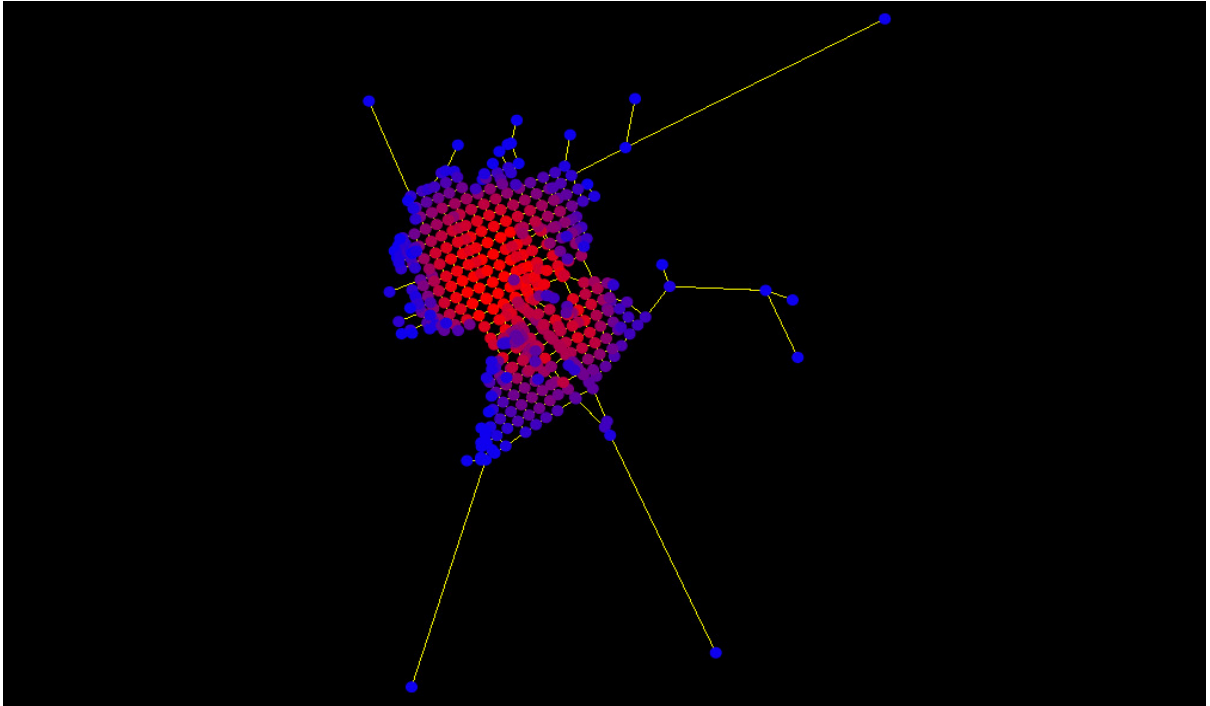


Figura 97: São Francisco de Assis sem carregamento - **sem contorno** - Acessibilidade Topológica

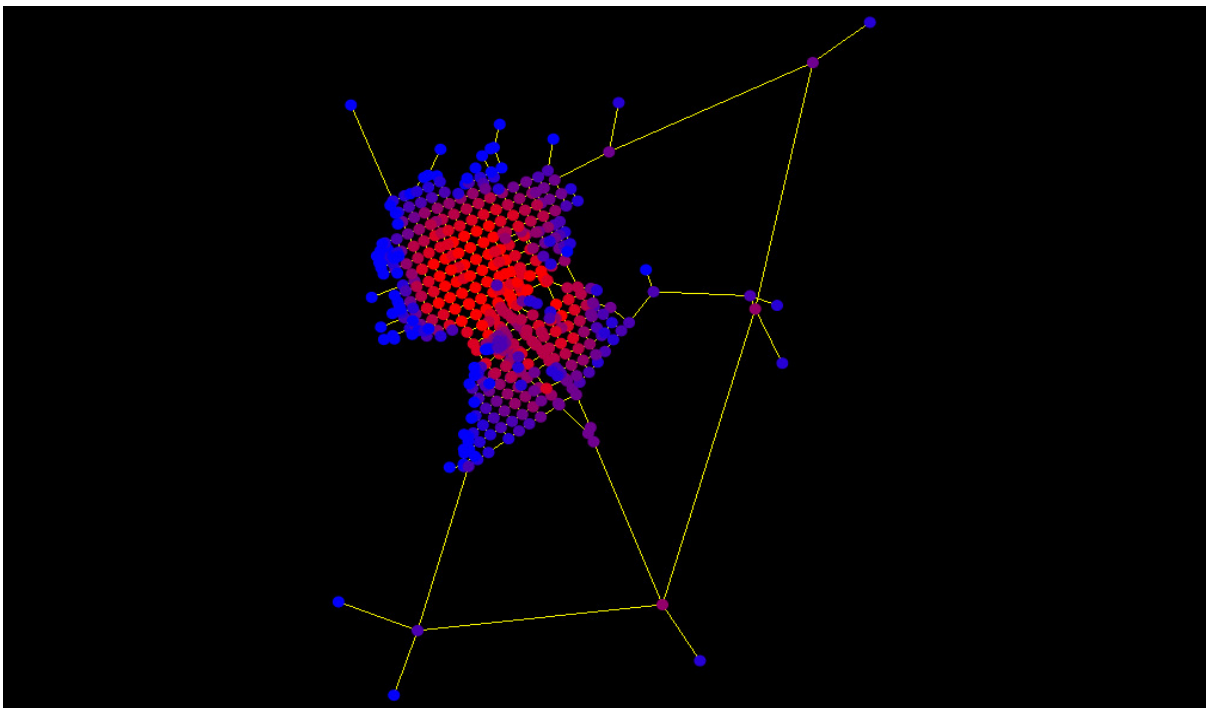


Figura 98: São Francisco de Assis sem carregamento – **com contorno** - Acessibilidade Topológica

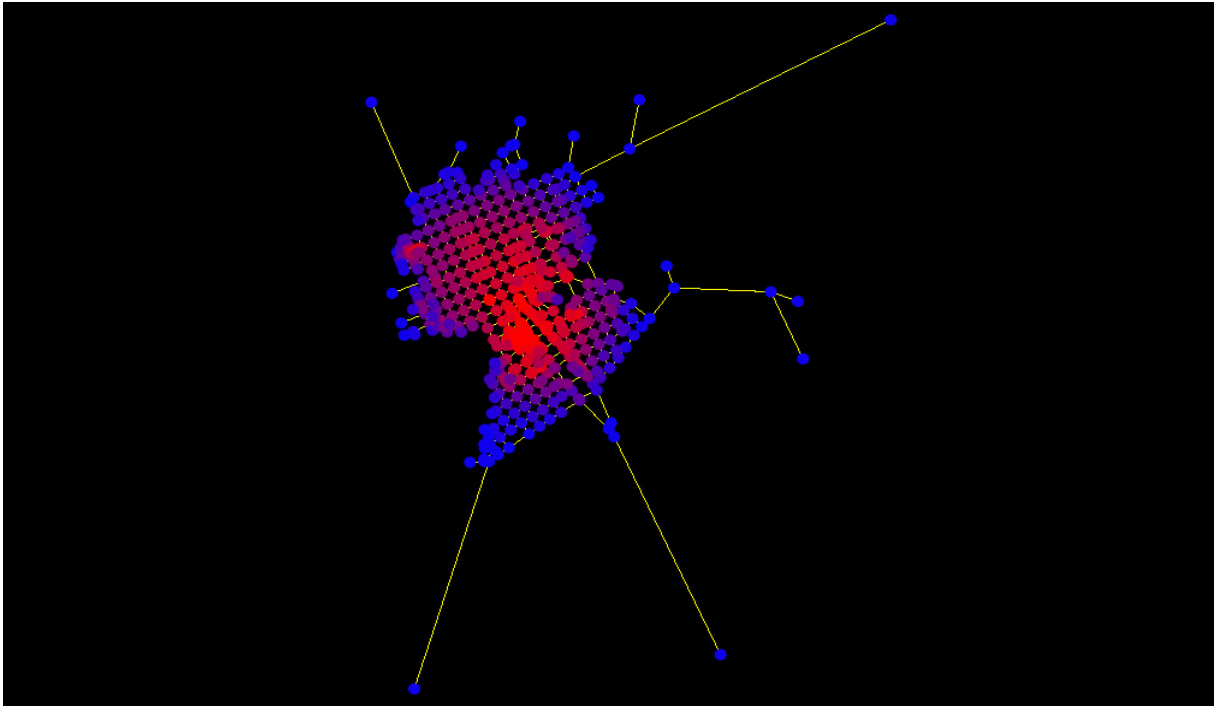


Figura 99: São Francisco de Assis sem carregamento – **sem contorno** – Acessibilidade Geométrica

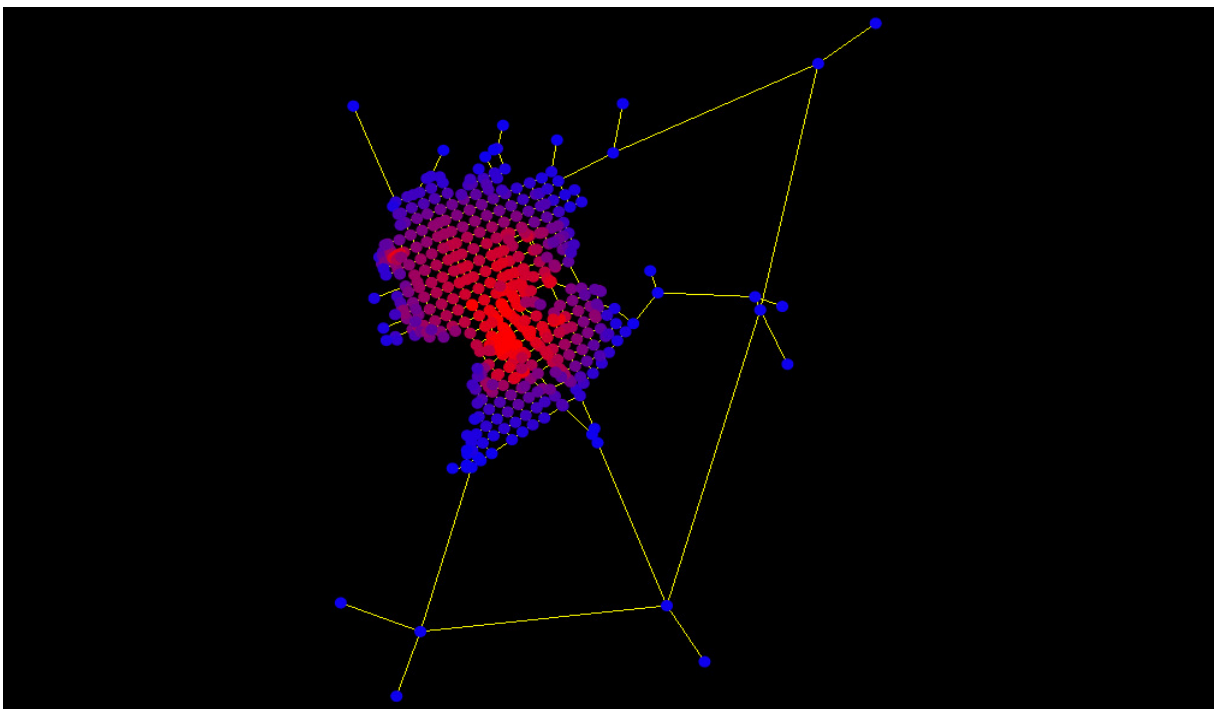


Figura 100: São Francisco de Assis sem carregamento – **com contorno** – Acessibilidade Geométrica

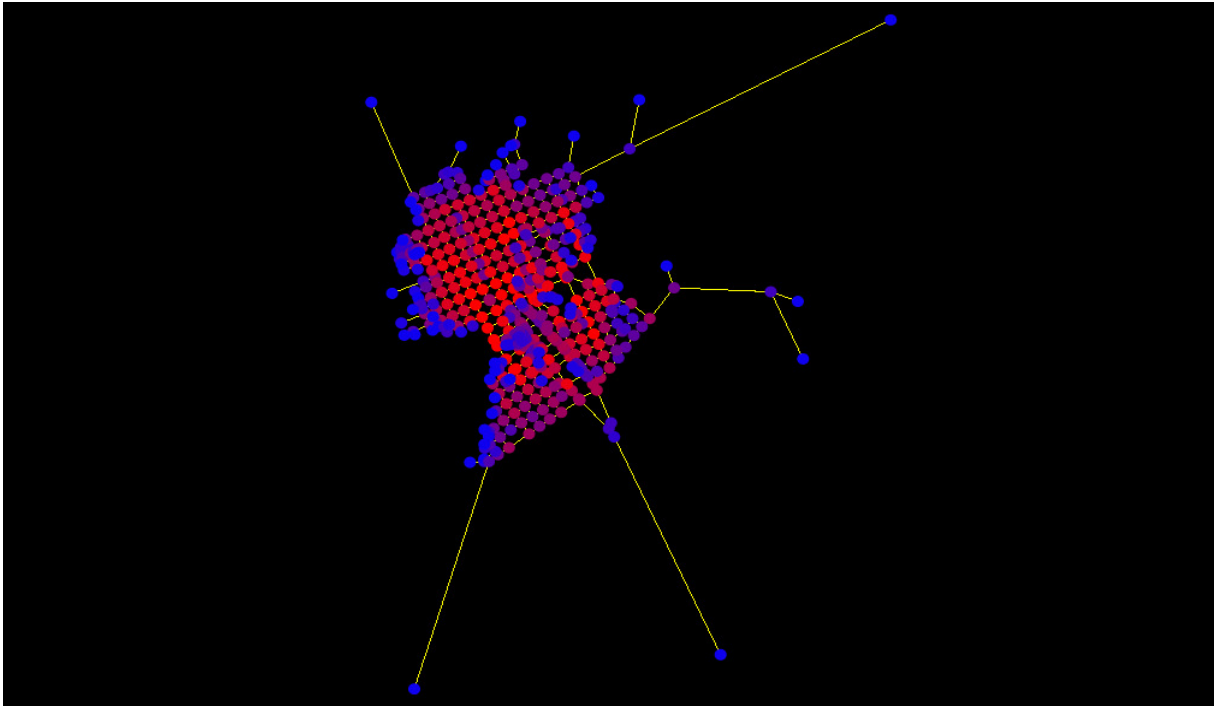


Figura 101: São Francisco de Assis sem carregamento – **sem contorno** – Centralidade Topológica

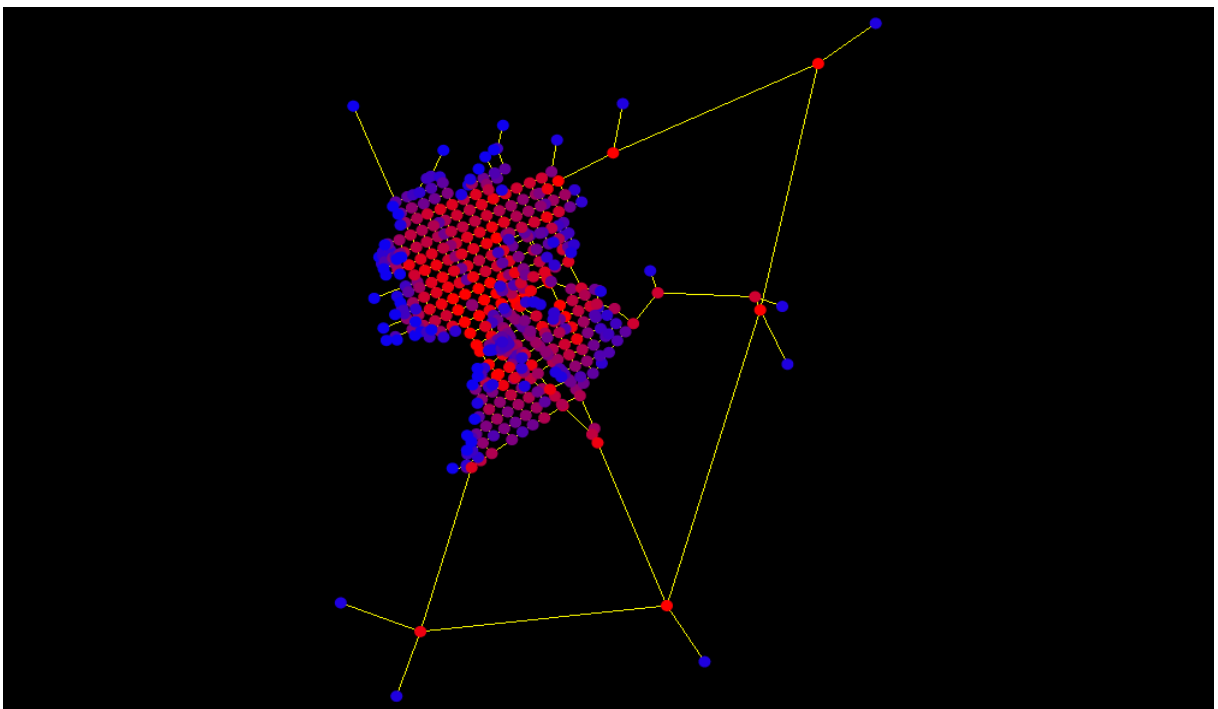


Figura 102: São Francisco de Assis sem carregamento – **com contorno** – Centralidade Topológica

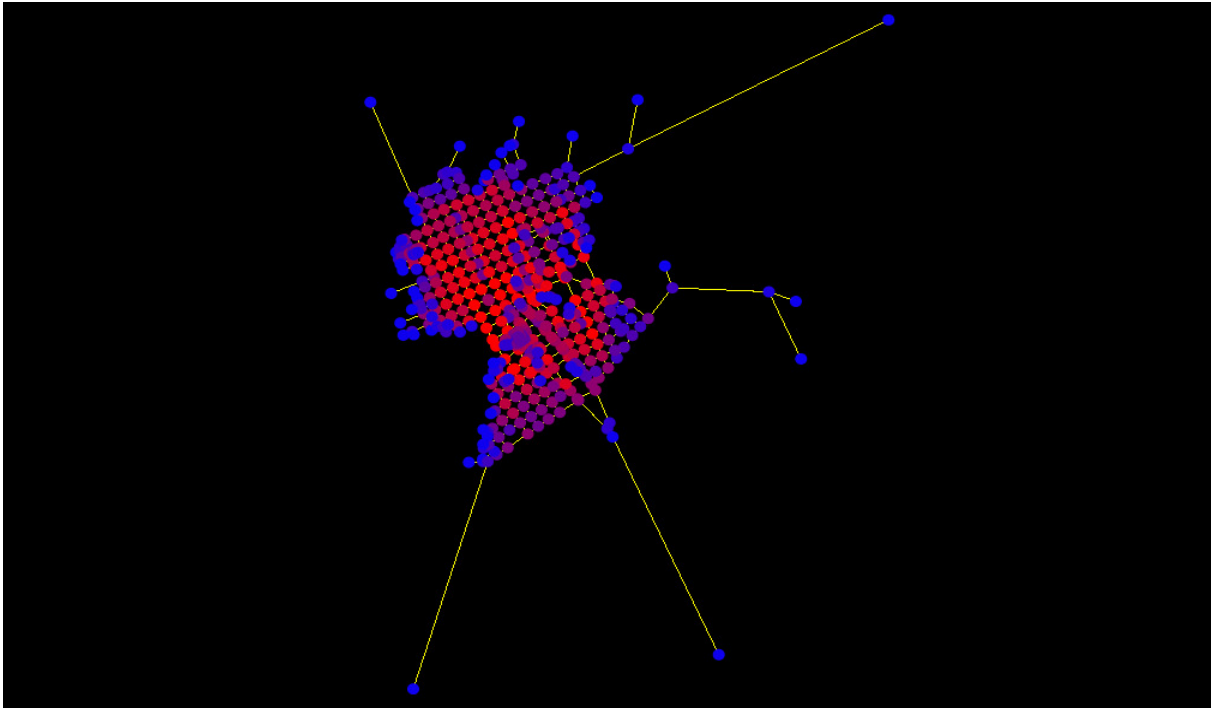


Figura 103: São Francisco de Assis sem carregamento – **sem contorno** – Centralidade Geométrica

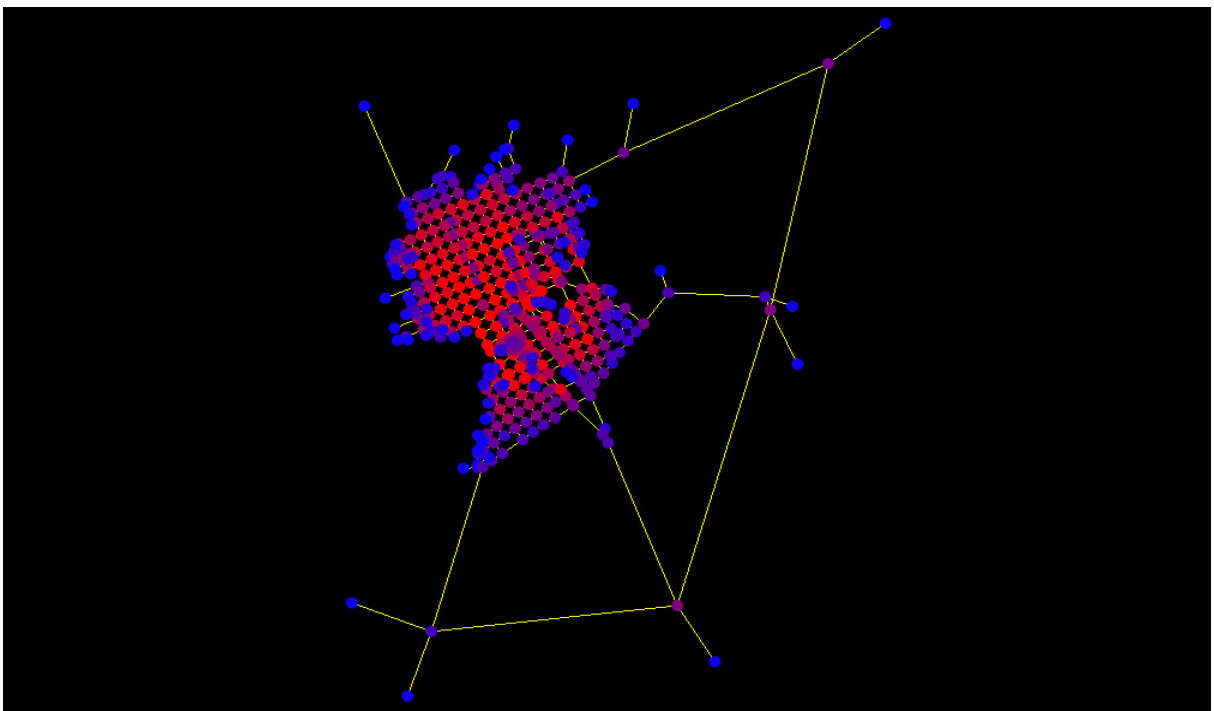


Figura 104: São Francisco de Assis sem carregamento – **com contorno** – Centralidade Geométrica

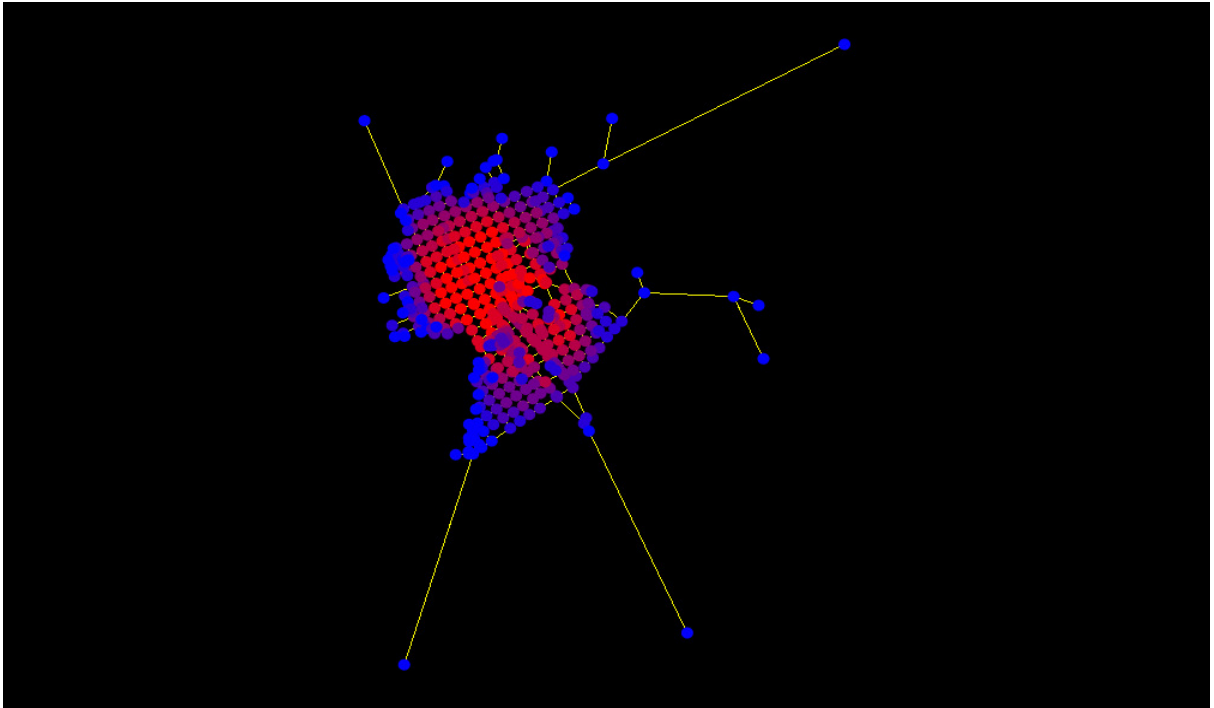


Figura 105: São Francisco de Assis com carregamento - **sem contorno** - Acessibilidade Topológica

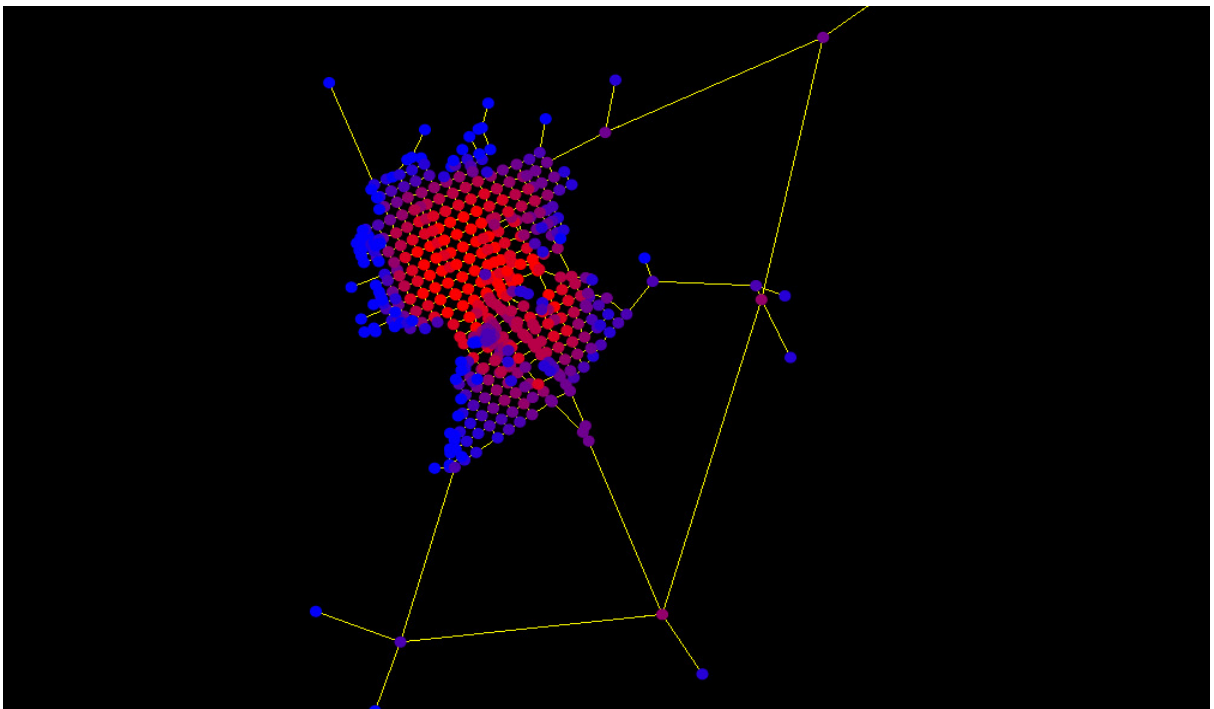


Figura 106: São Francisco de Assis com carregamento – **com contorno** - Acessibilidade Topológica

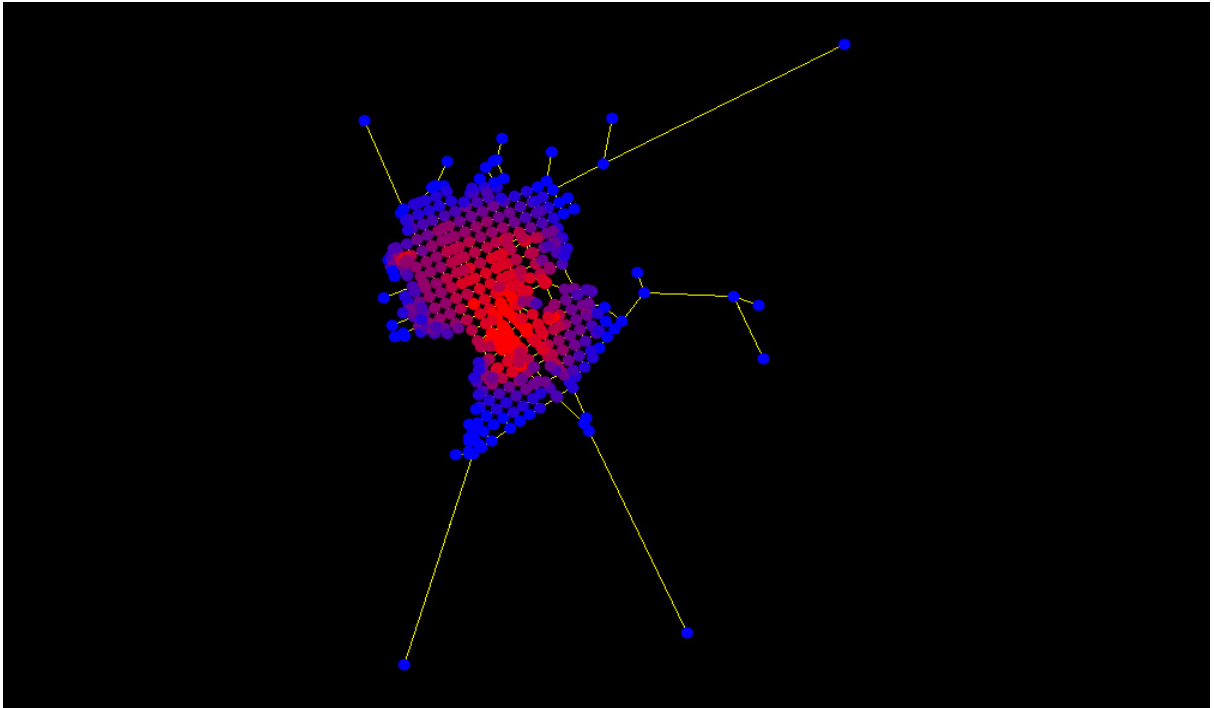


Figura 107: São Francisco de Assis com carregamento – **sem contorno** – Acessibilidade Geométrica

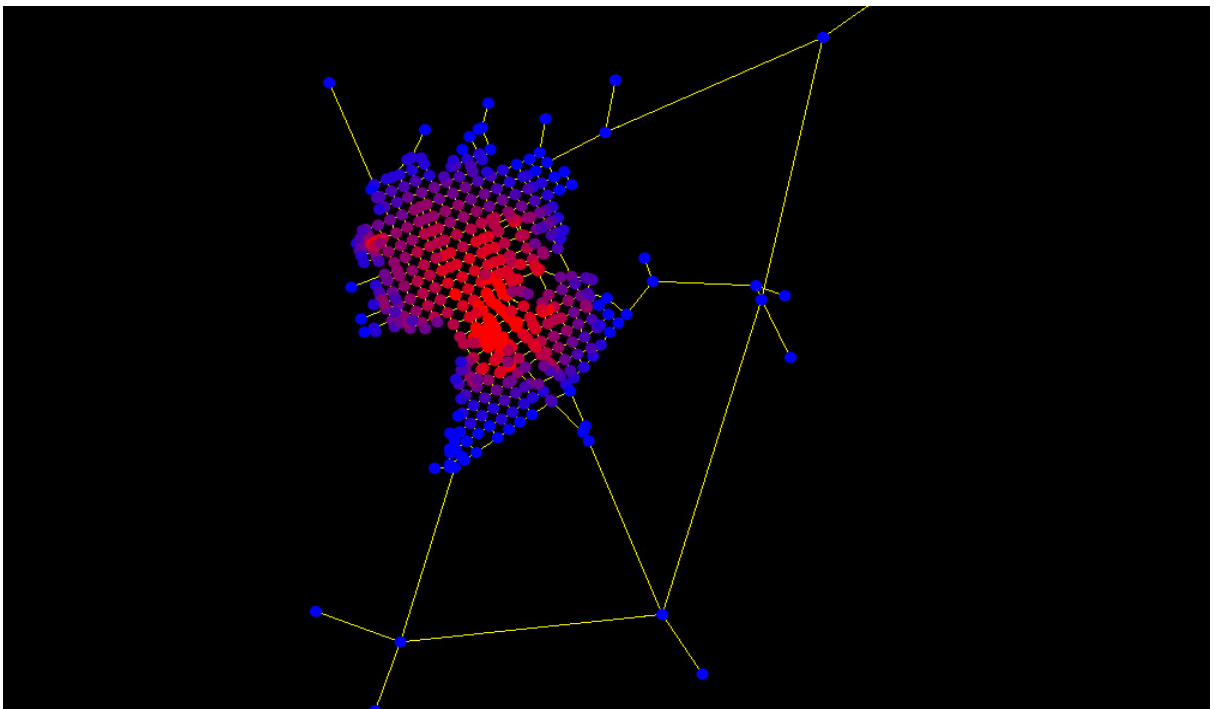


Figura 108: São Francisco de Assis com carregamento – **com contorno** – Acessibilidade Geométrica

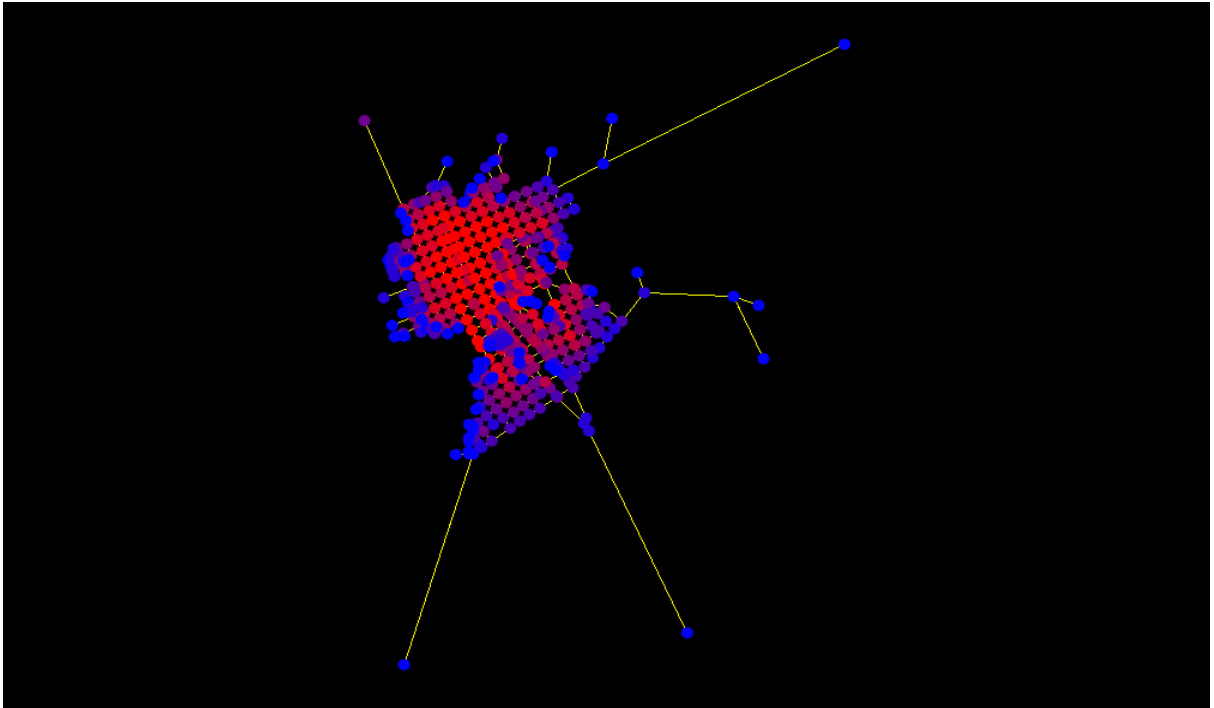


Figura 109: São Francisco de Assis com carregamento – **sem contorno** – Centralidade Topológica

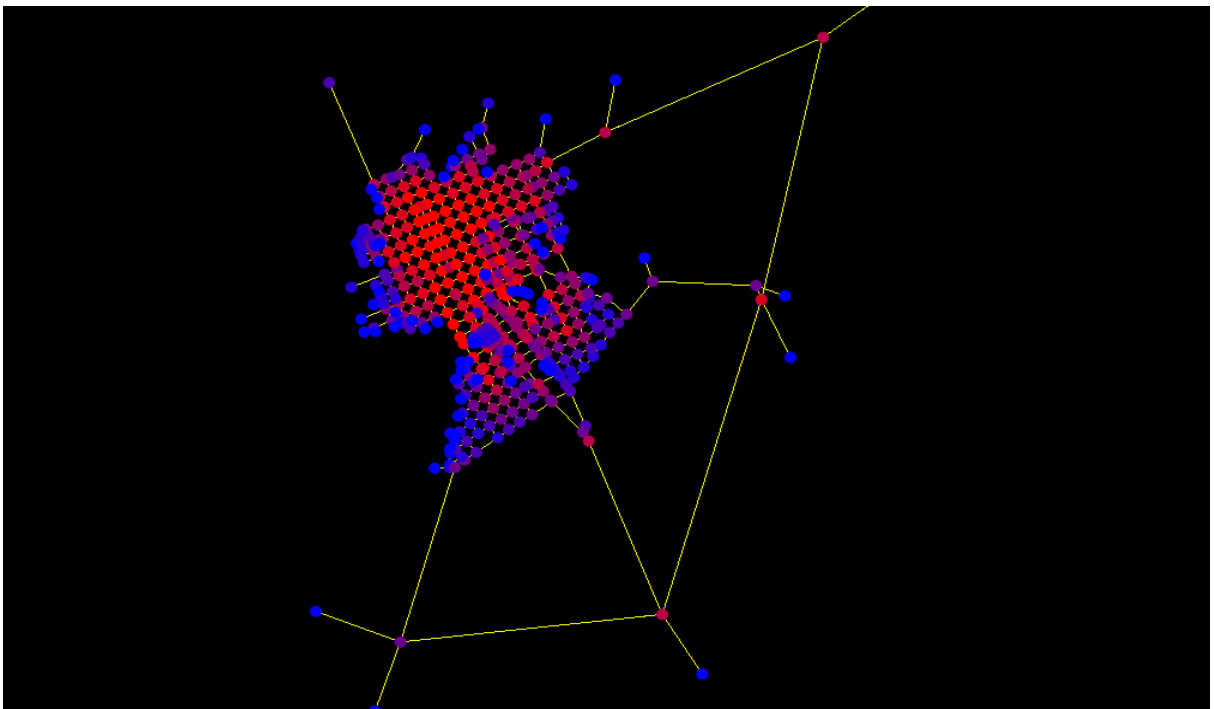


Figura 110: São Francisco de Assis com carregamento – **com contorno** – Centralidade Topológica

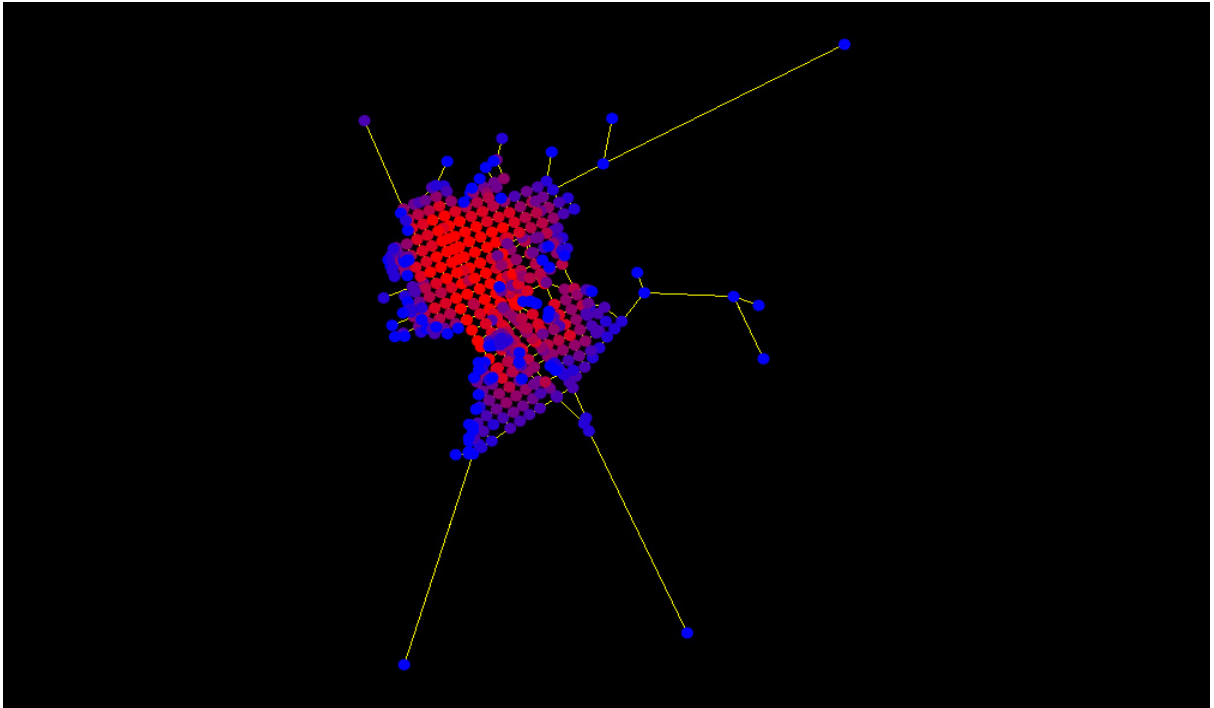


Figura 111: São Francisco de Assis com carregamento – **sem contorno** – Centralidade Geométrica

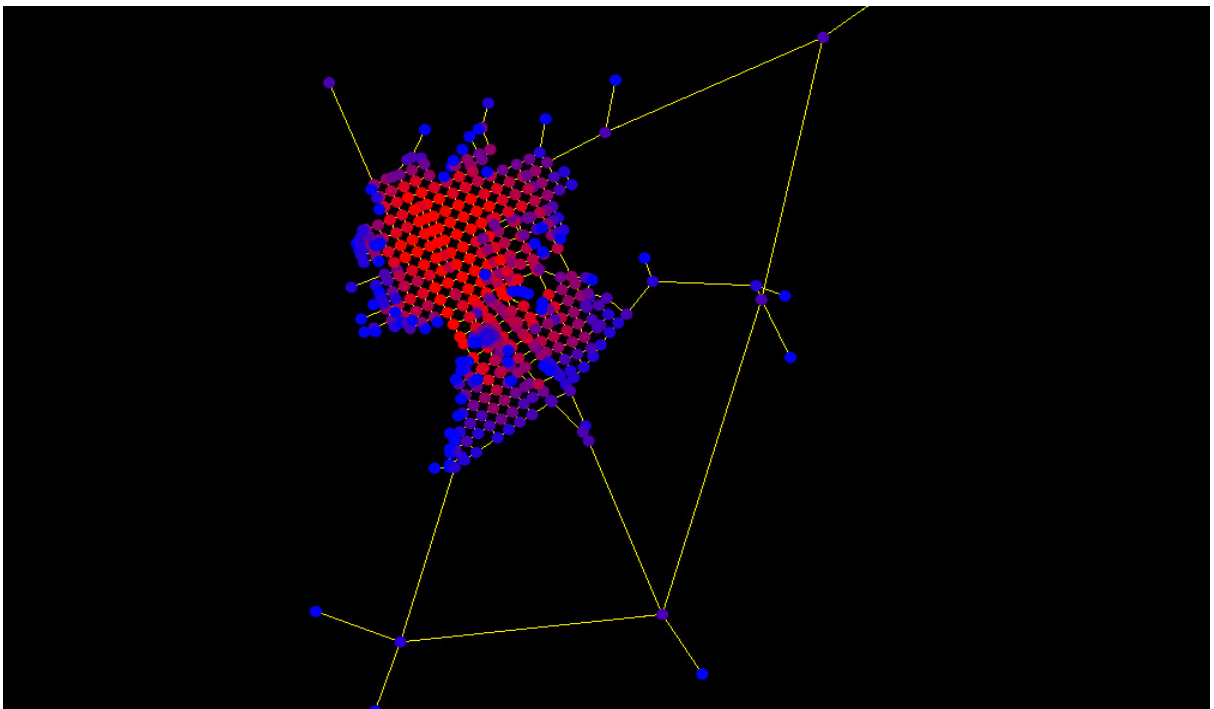


Figura 112: São Francisco de Assis com carregamento – **com contorno** – Centralidade Geométrica

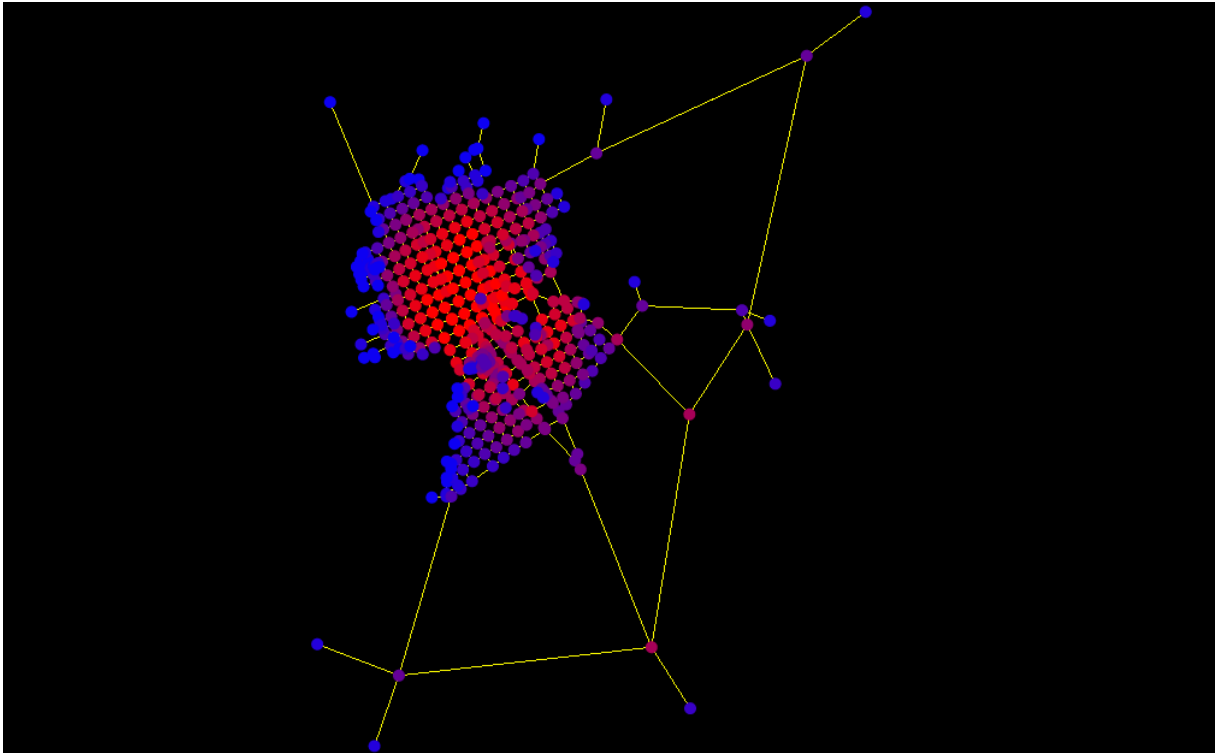


Figura 113: São Francisco de Assis com carregamento – **Conexão Extra** – Acessibilidade Topológica

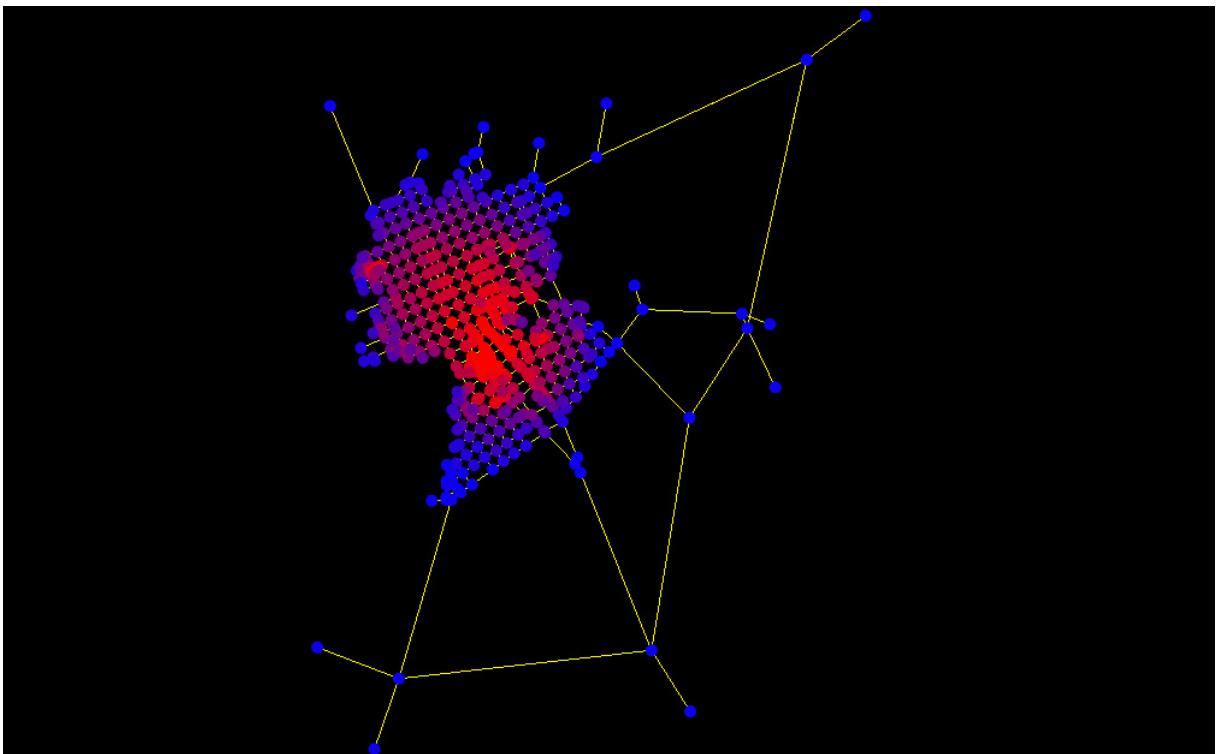


Figura 114: São Fco. de Assis com carregamento – **Conexão Extra** – Acessibilidade Geométrica

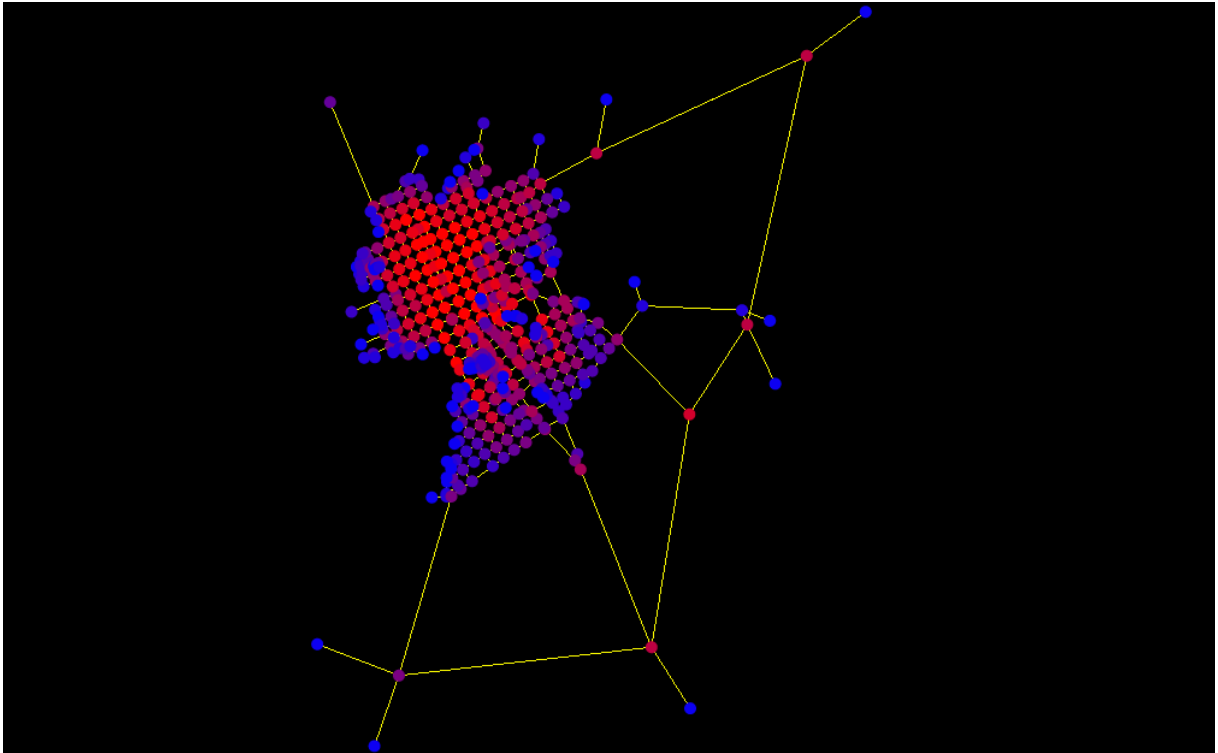


Figura 115: São Francisco de Assis com carregamento – **Conexão Extra** - Centralidade Topológica

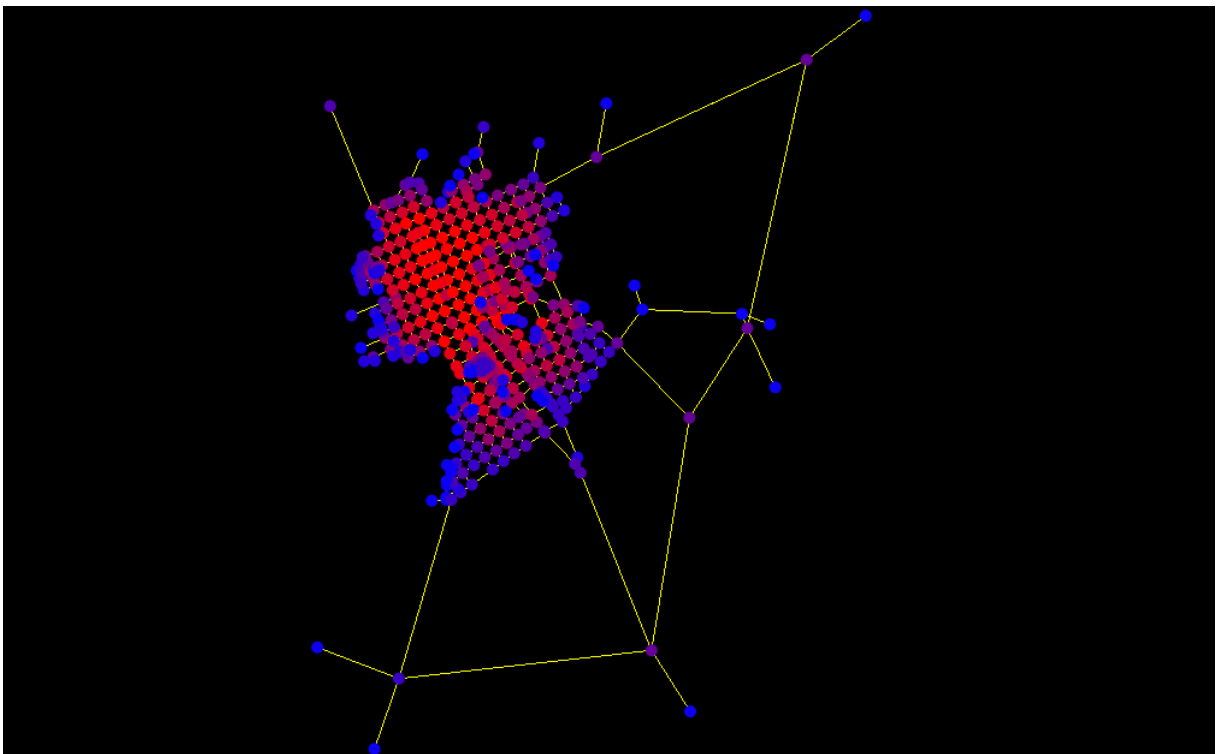


Figura 116: São Francisco de Assis com carregamento – **Conexão Extra** – Centralidade Geométrica

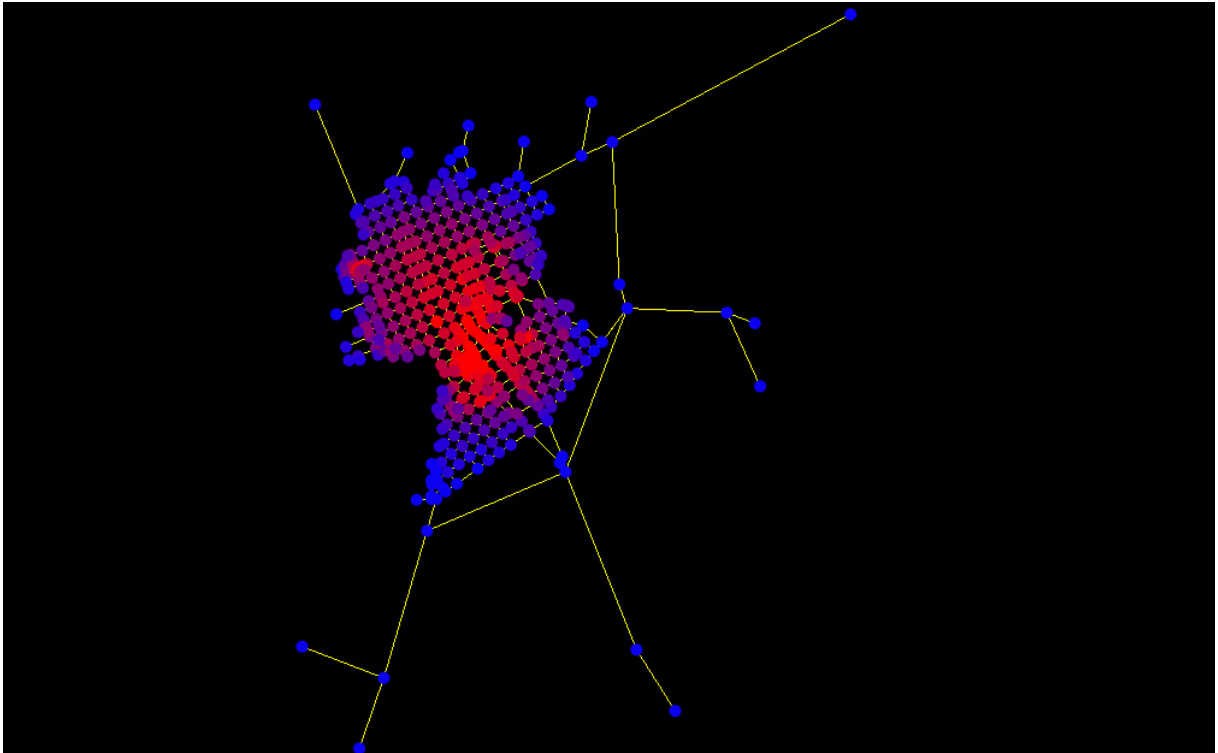


Figura 117: São Francisco de Assis – **Distância Menor** - Acessibilidade Geométrica

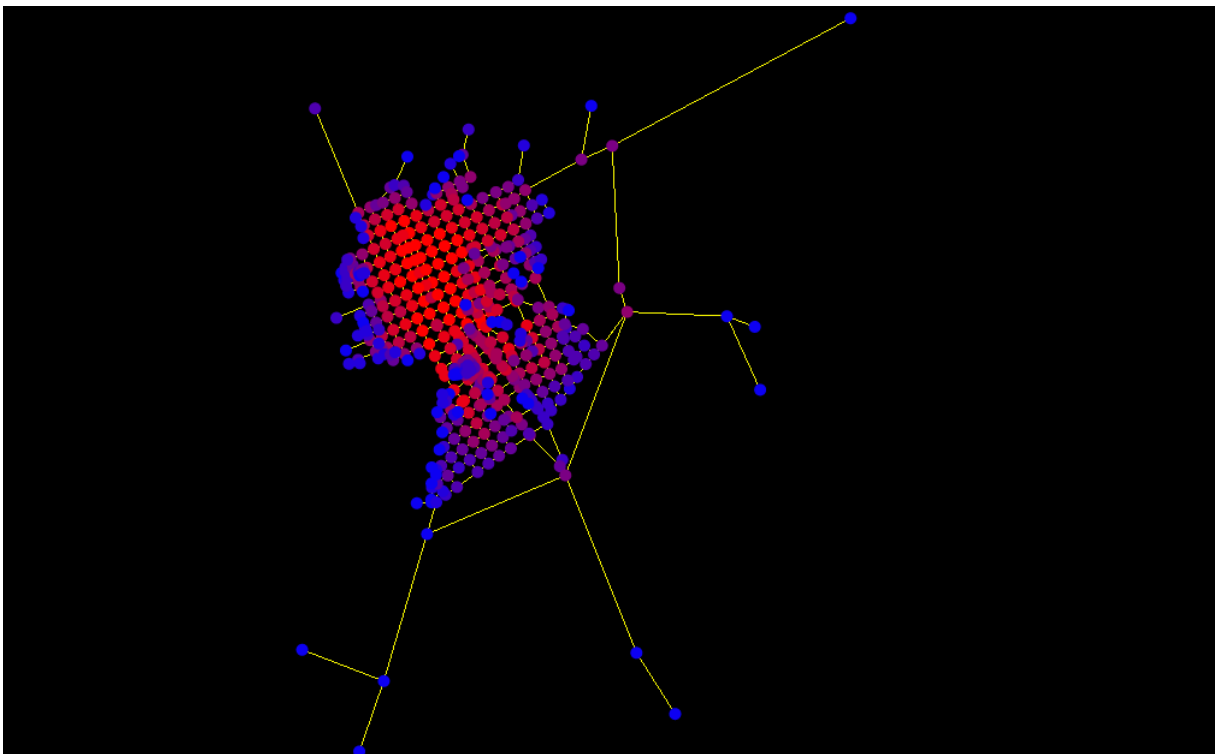


Figura 118: São Francisco de Assis com carregamento – **Distância Menor** - Centralidade Geométrica

6.2. Mapas das Medidas Urbanas de Santiago

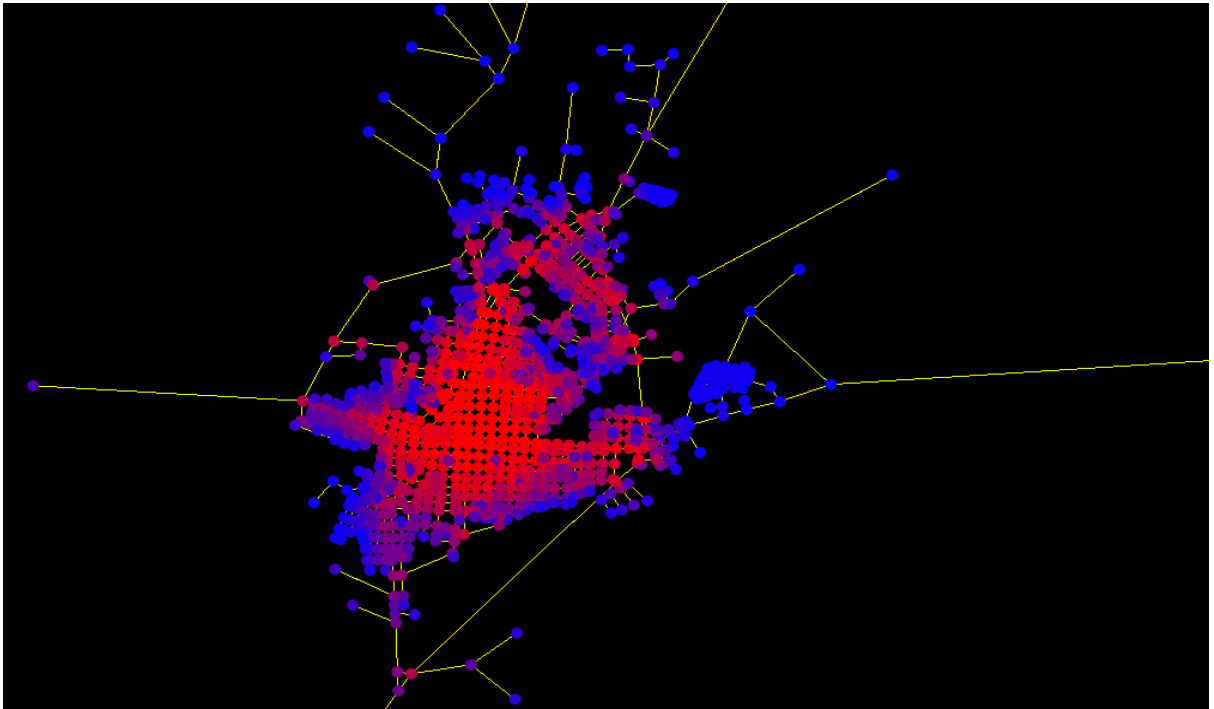


Figura 119: Santiago sem carregamento – **sem contorno** – Acessibilidade Topológica

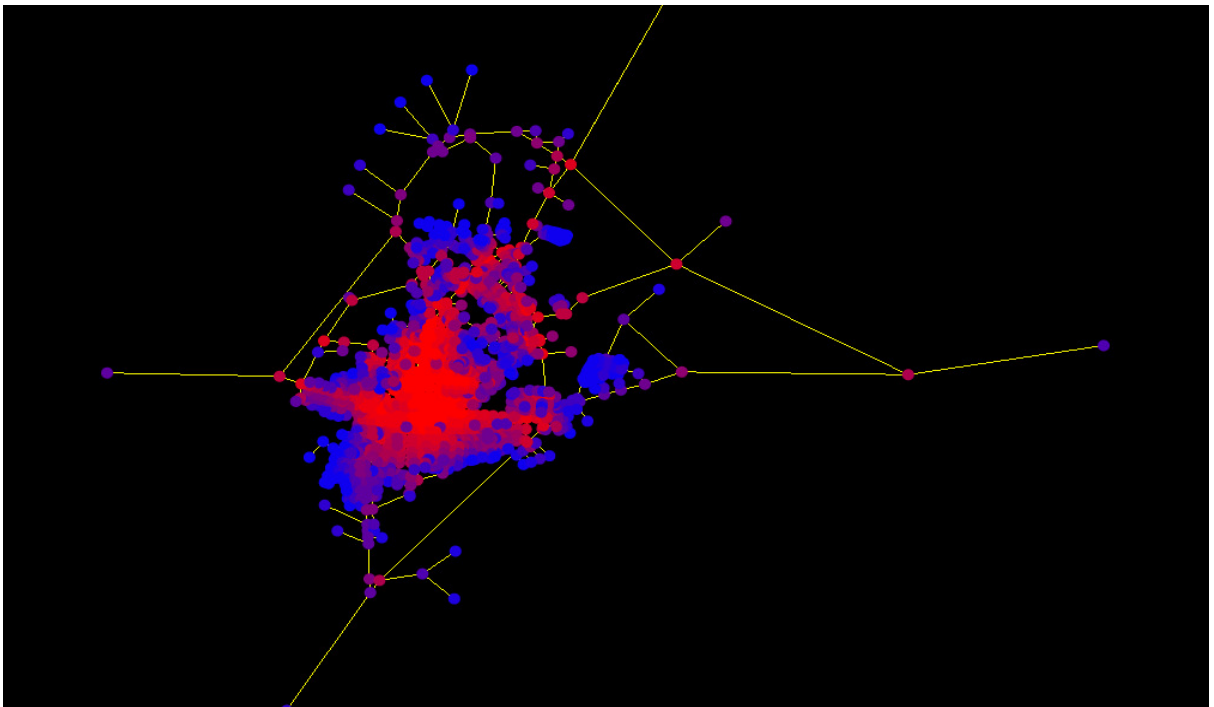


Figura 120: Santiago sem carregamento – **com contorno** – Acessibilidade Topológica

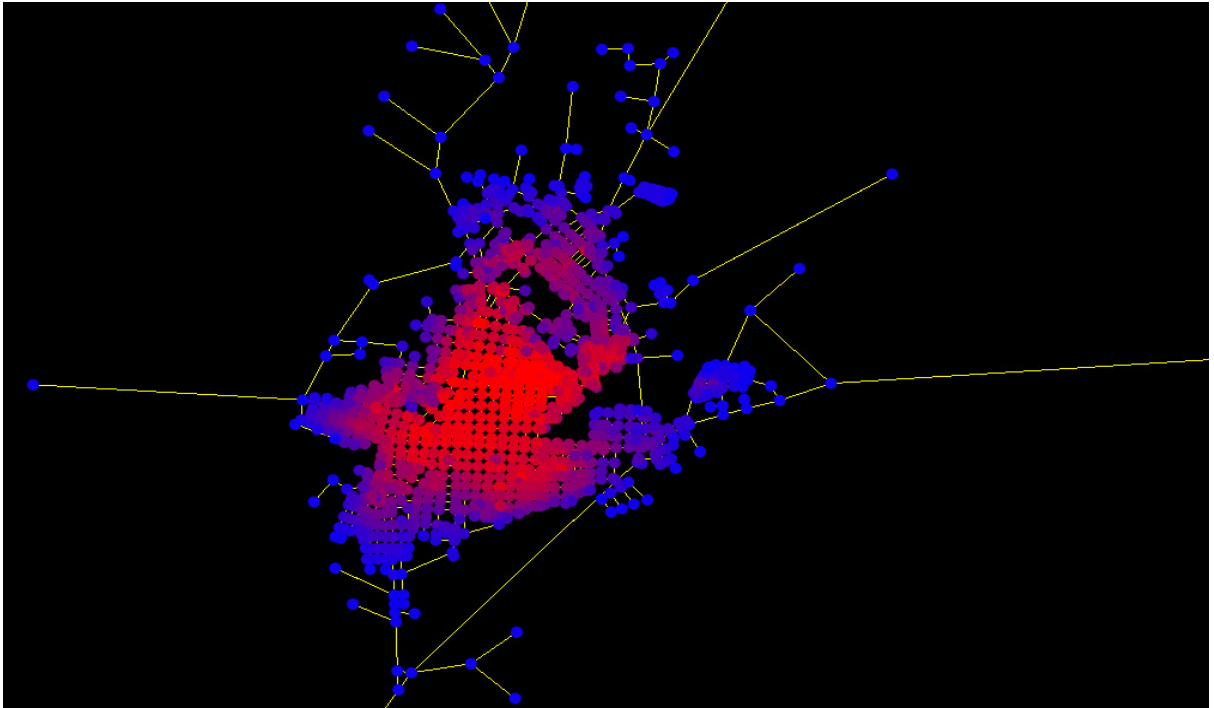


Figura 121: Santiago sem carregamento – **sem contorno** – Acessibilidade Geométrica

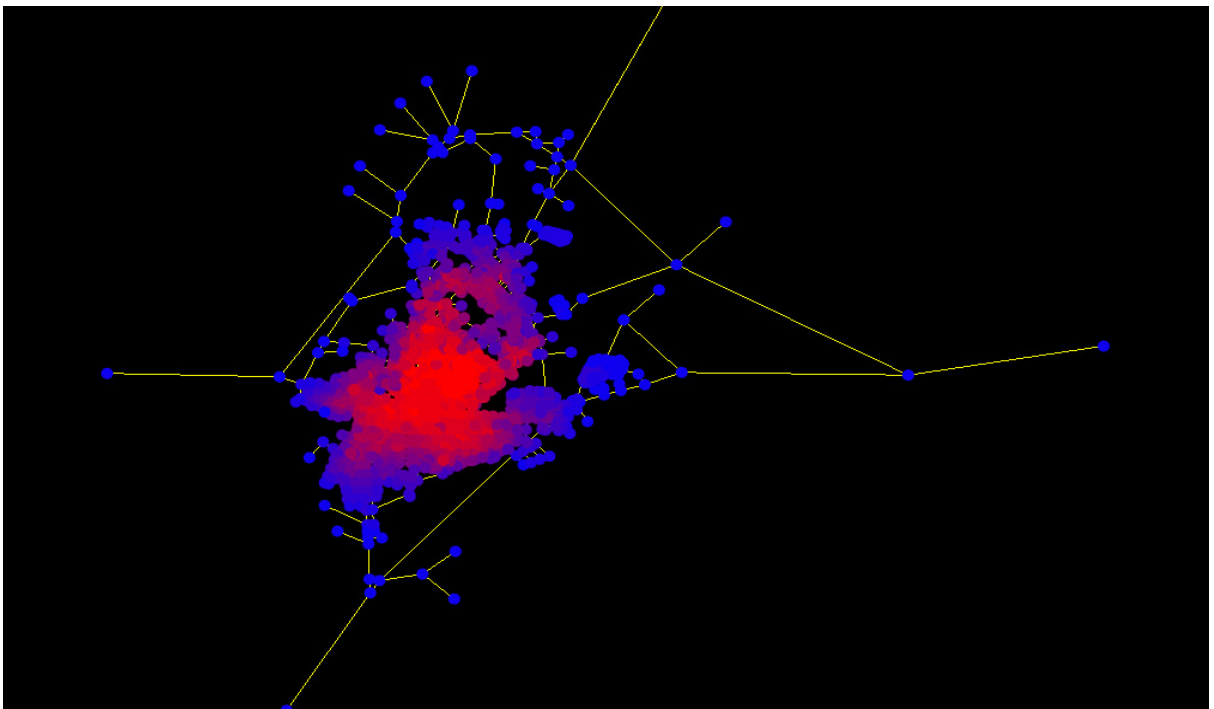


Figura 122: Santiago sem carregamento – **com contorno** – Acessibilidade Geométrica

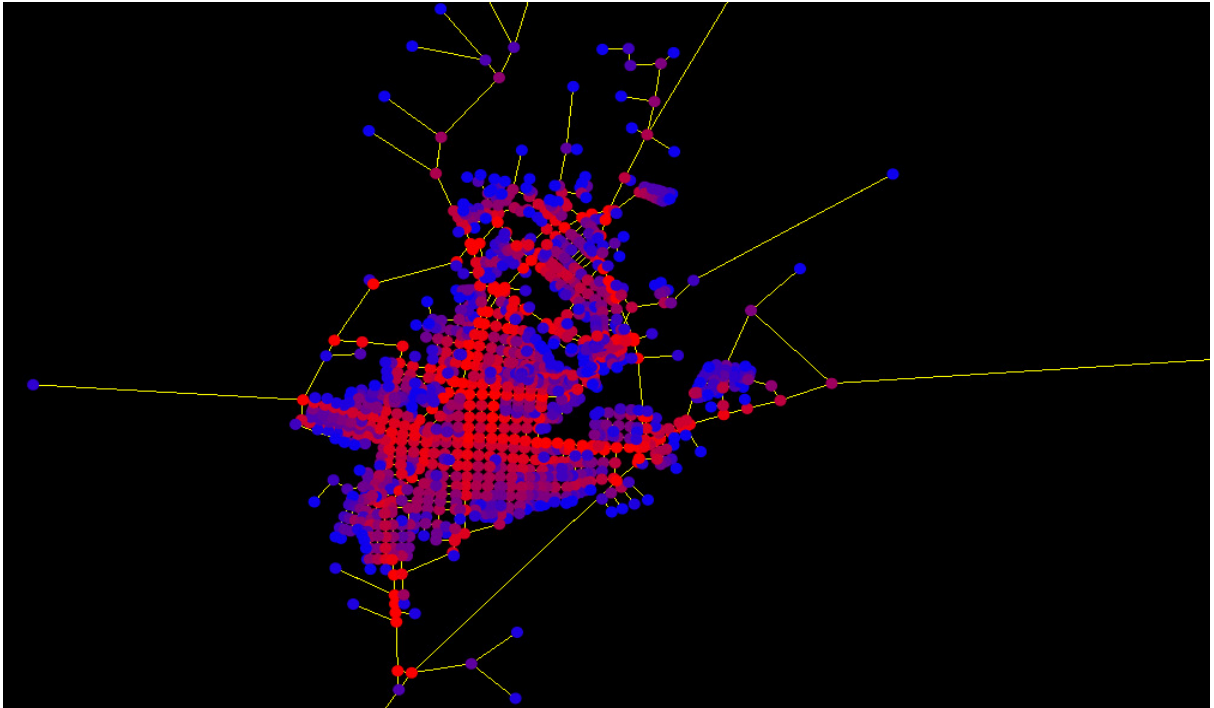


Figura 123: Santiago sem carregamento – **sem contorno** – Centralidade Topológica

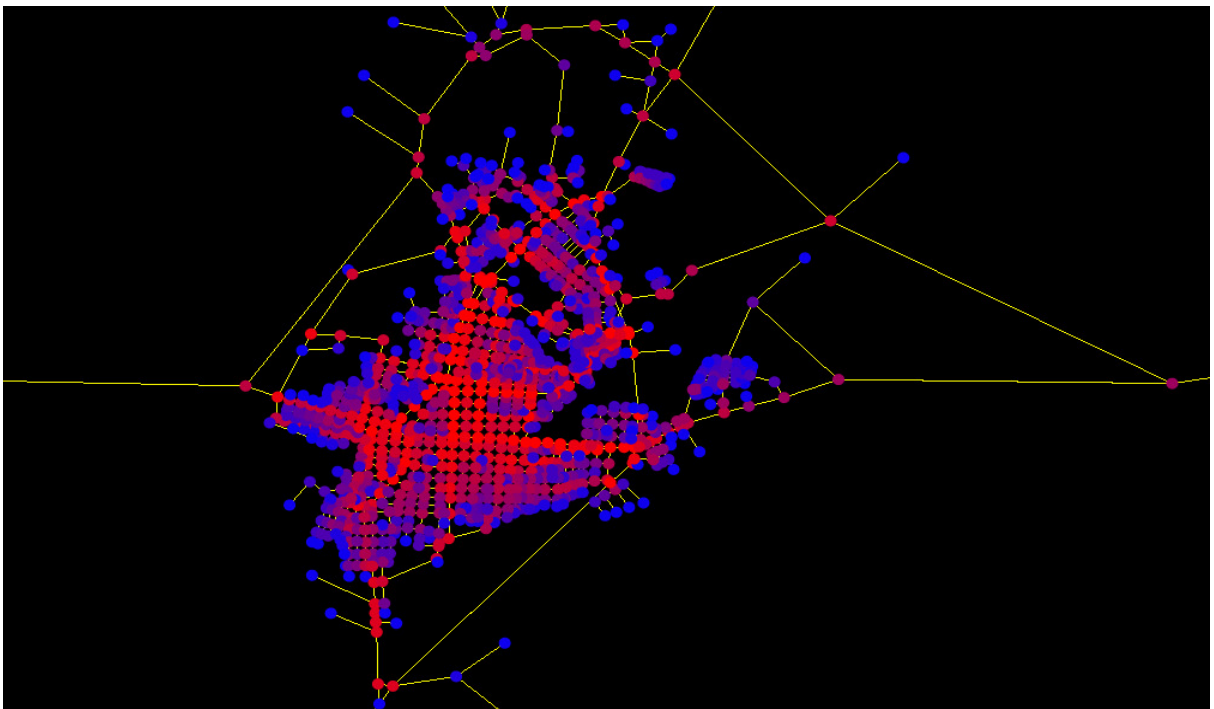


Figura 124: Santiago sem carregamento – **com contorno** – Centralidade Topológica

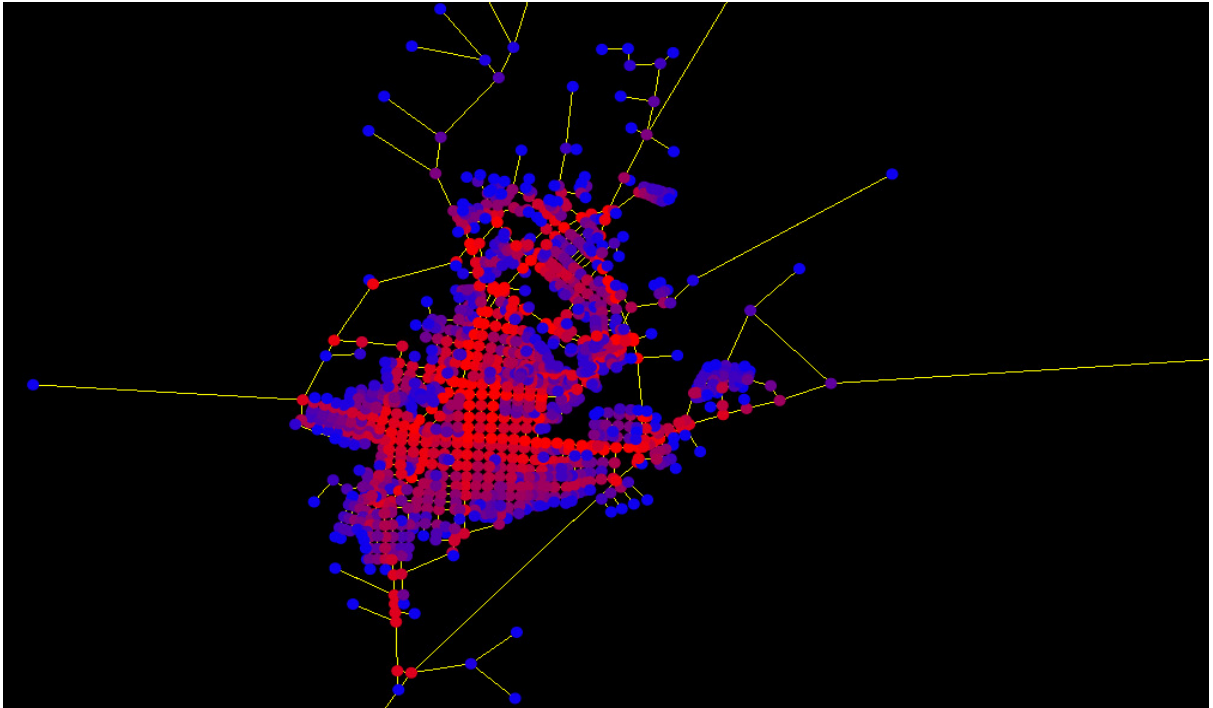


Figura 125: Santiago sem carregamento – **sem contorno** – Centralidade Geométrica

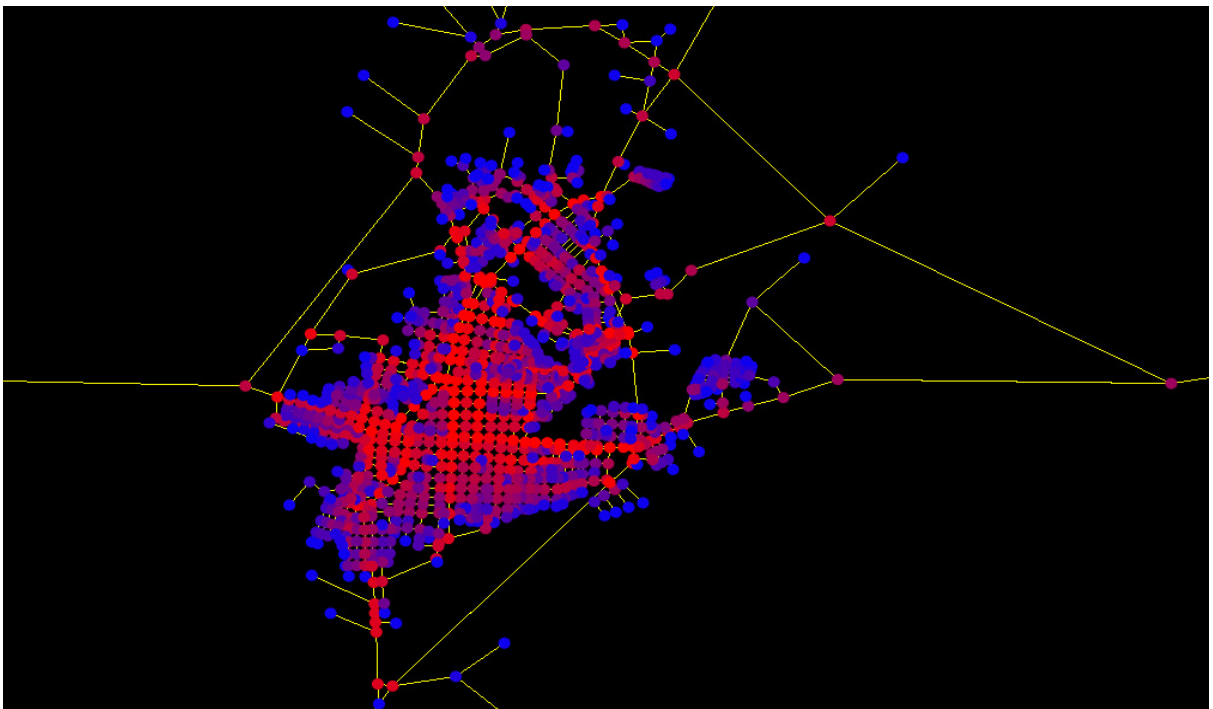


Figura 126: Santiago sem carregamento – **com contorno** – Centralidade Geométrica

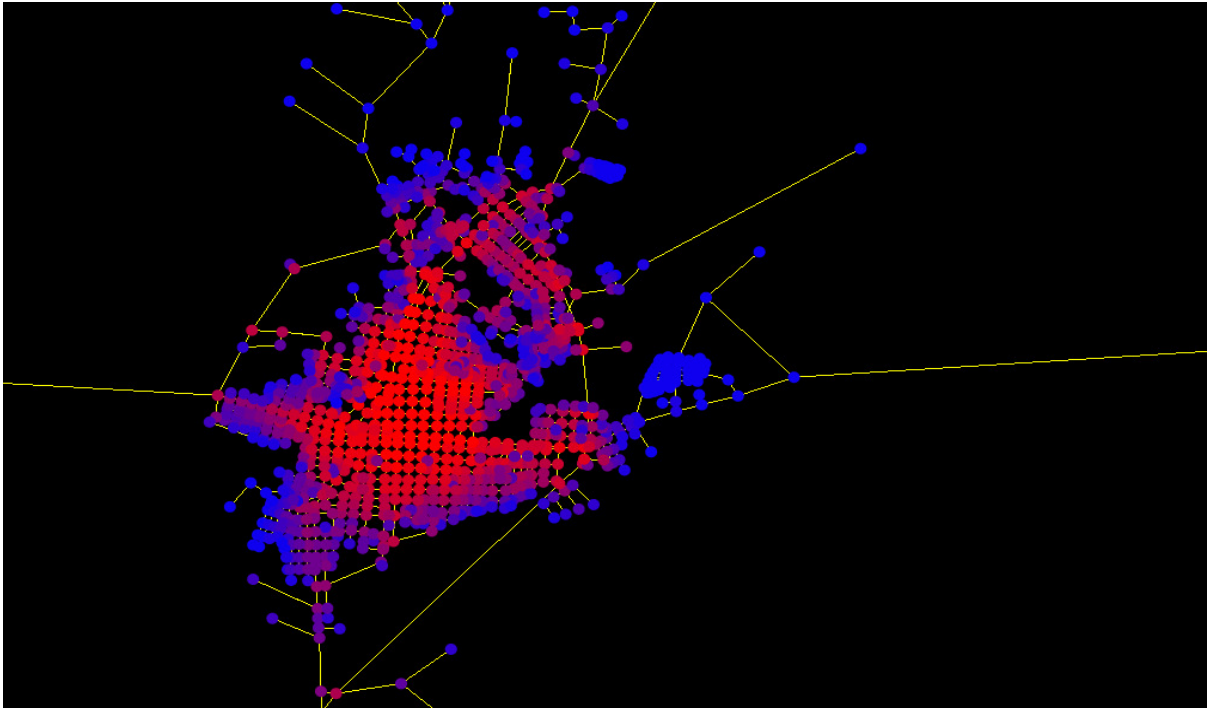


Figura 127: Santiago com carregamento - **sem contorno** - Acessibilidade Topológica

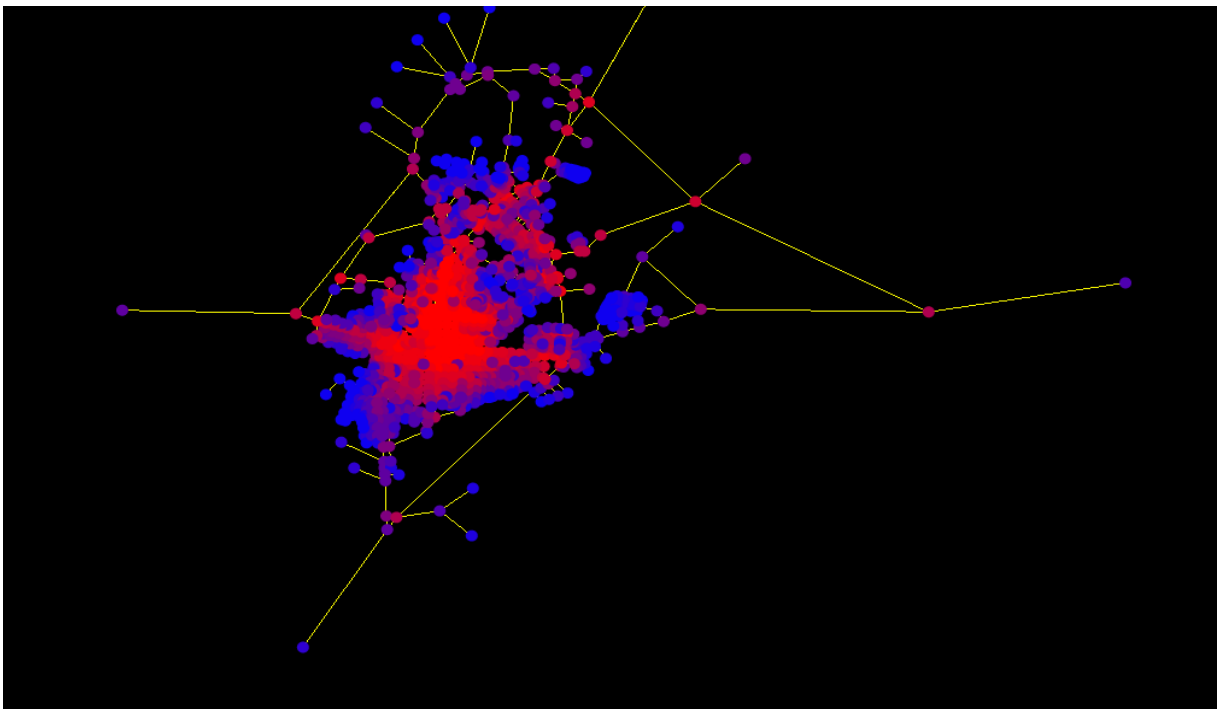


Figura 128: Santiago com carregamento – **com contorno** - Acessibilidade Topológica

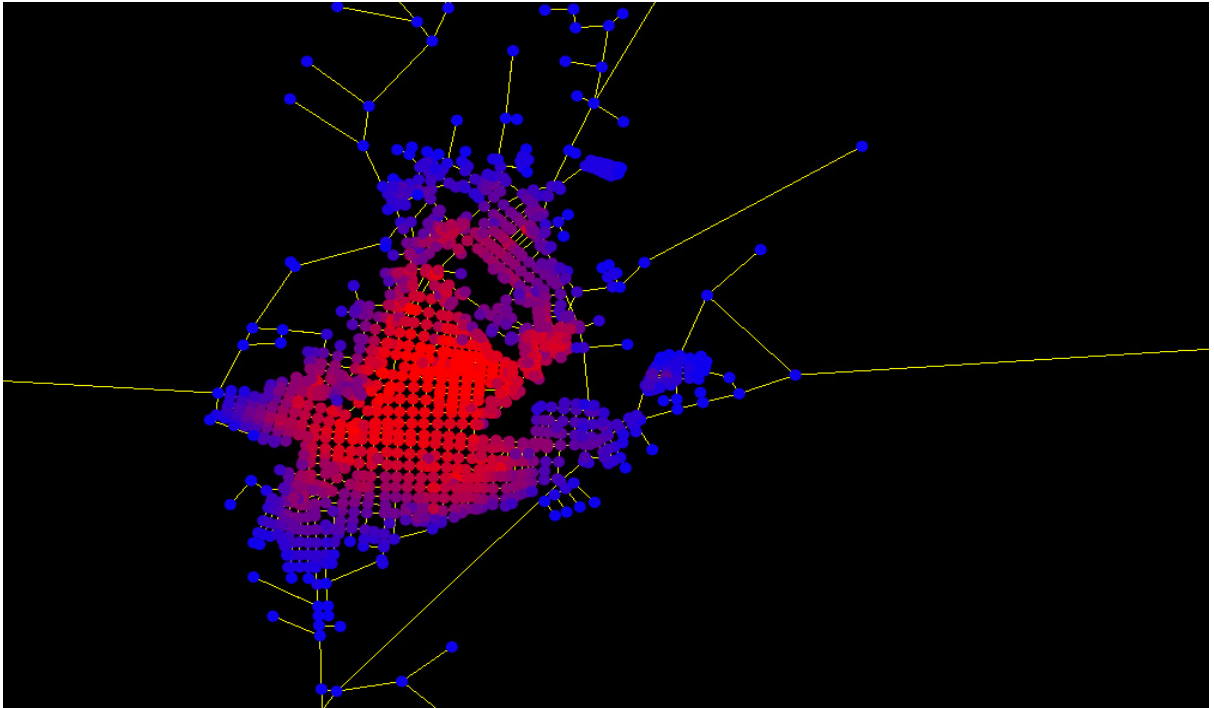


Figura 129: Santiago com carregamento – **sem contorno** – Acessibilidade Geométrica

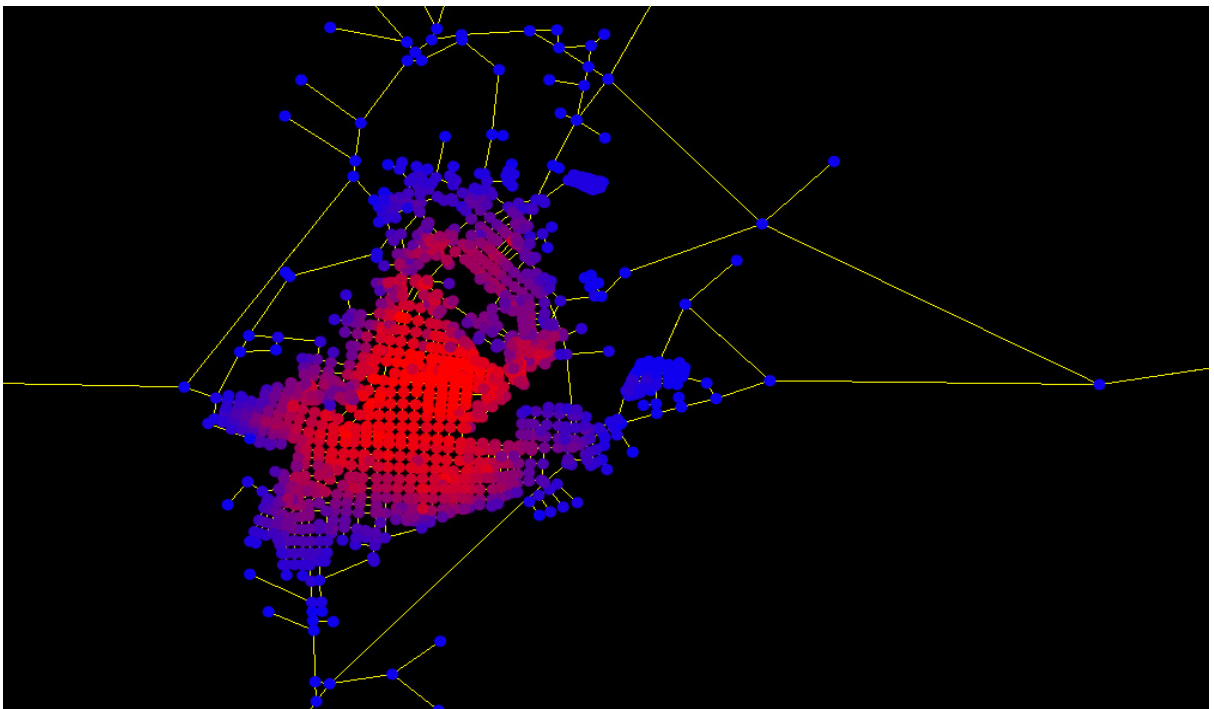


Figura 130: Santiago com carregamento – **com contorno** – Acessibilidade Geométrica

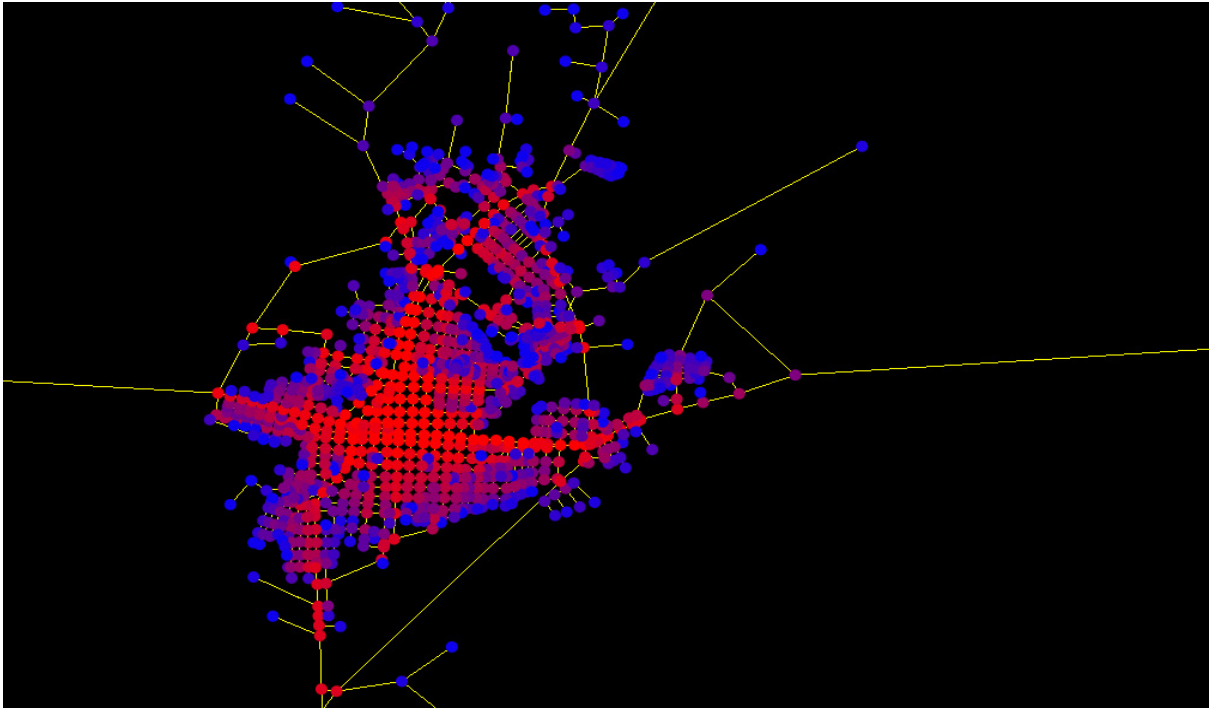


Figura 131: Santiago com carregamento – **sem contorno** – Centralidade Topológica

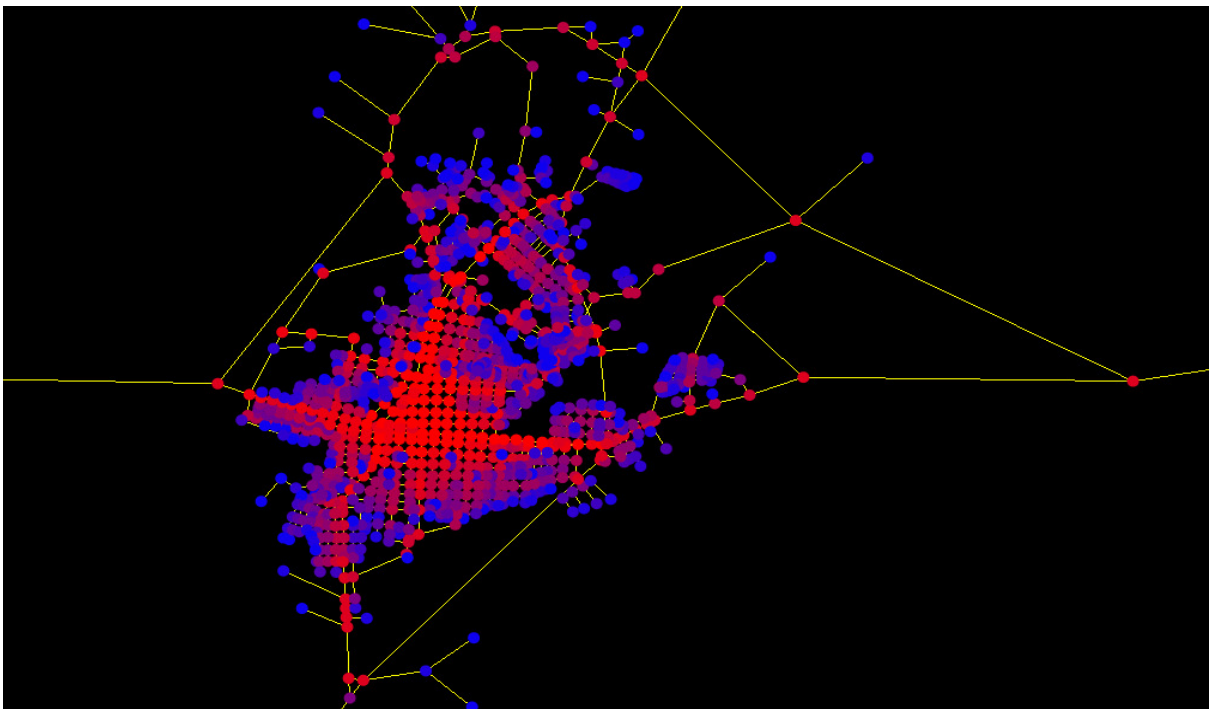


Figura 132: Santiago com carregamento – **com contorno** – Centralidade Topológica

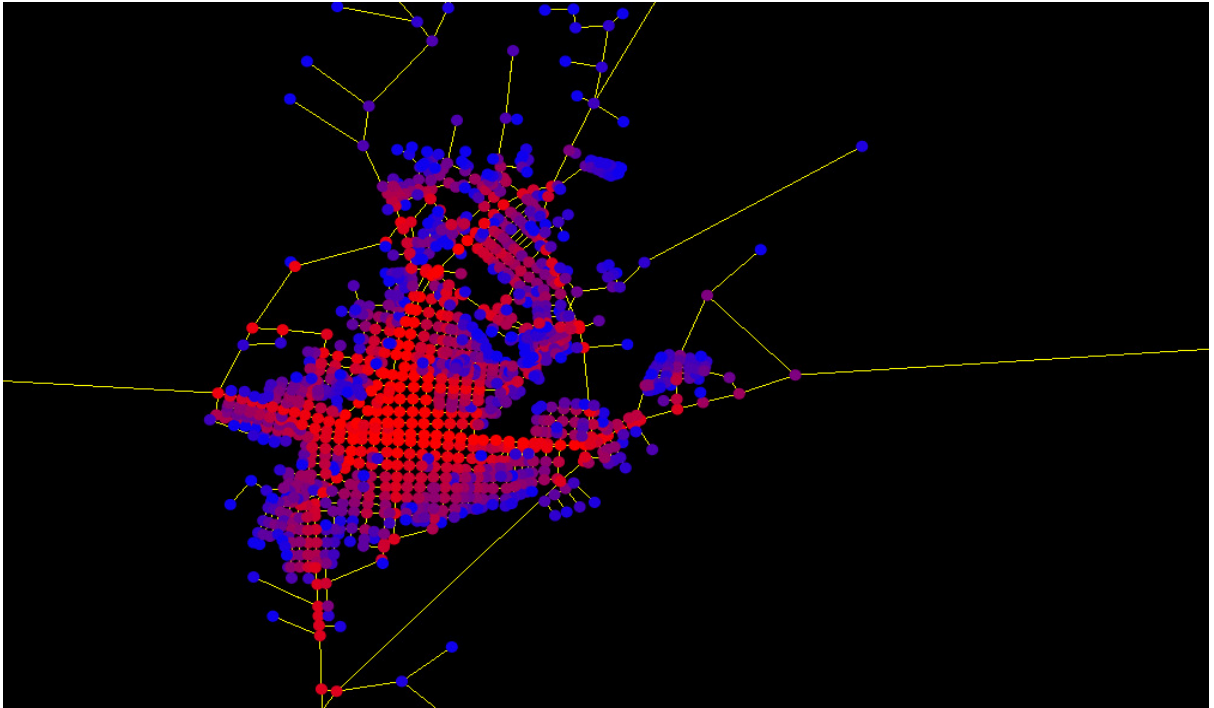


Figura 133: Santiago com carregamento – **sem contorno** – Centralidade Geométrica

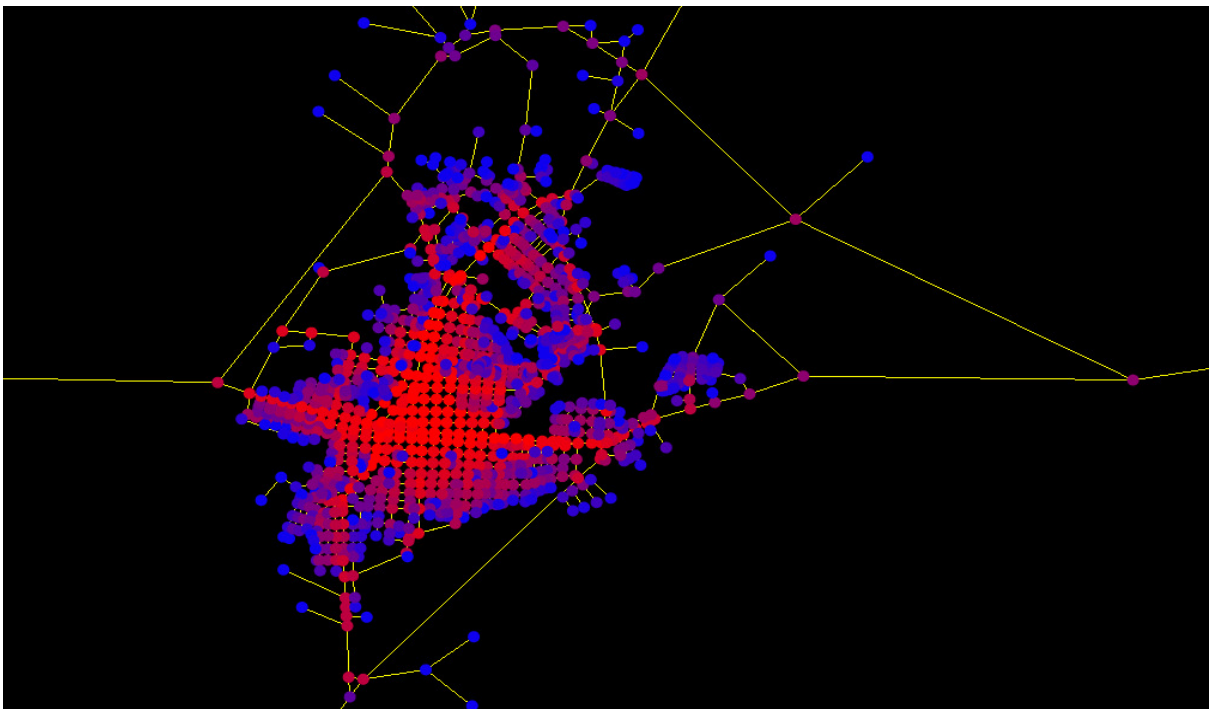


Figura 134: Santiago com carregamento – **com contorno** – Centralidade Geométrica

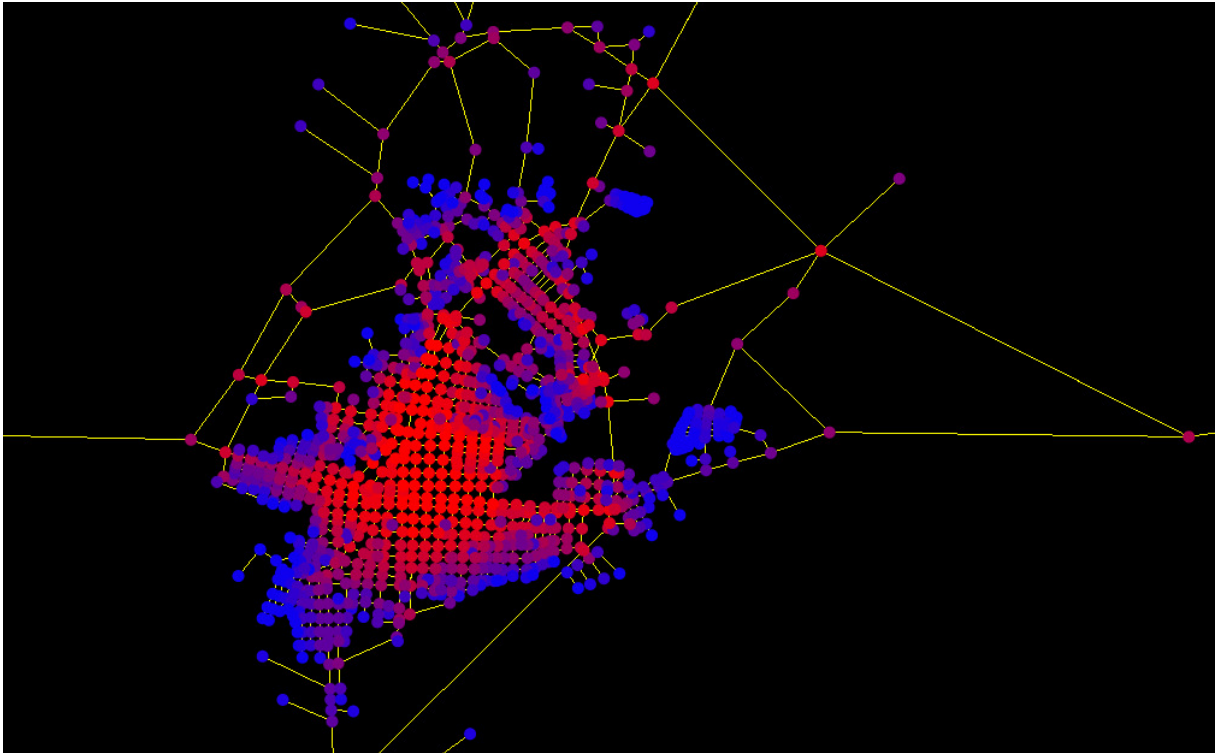


Figura 135: Santiago com carregamento – **Conexão Extra** – Acessibilidade Topológica

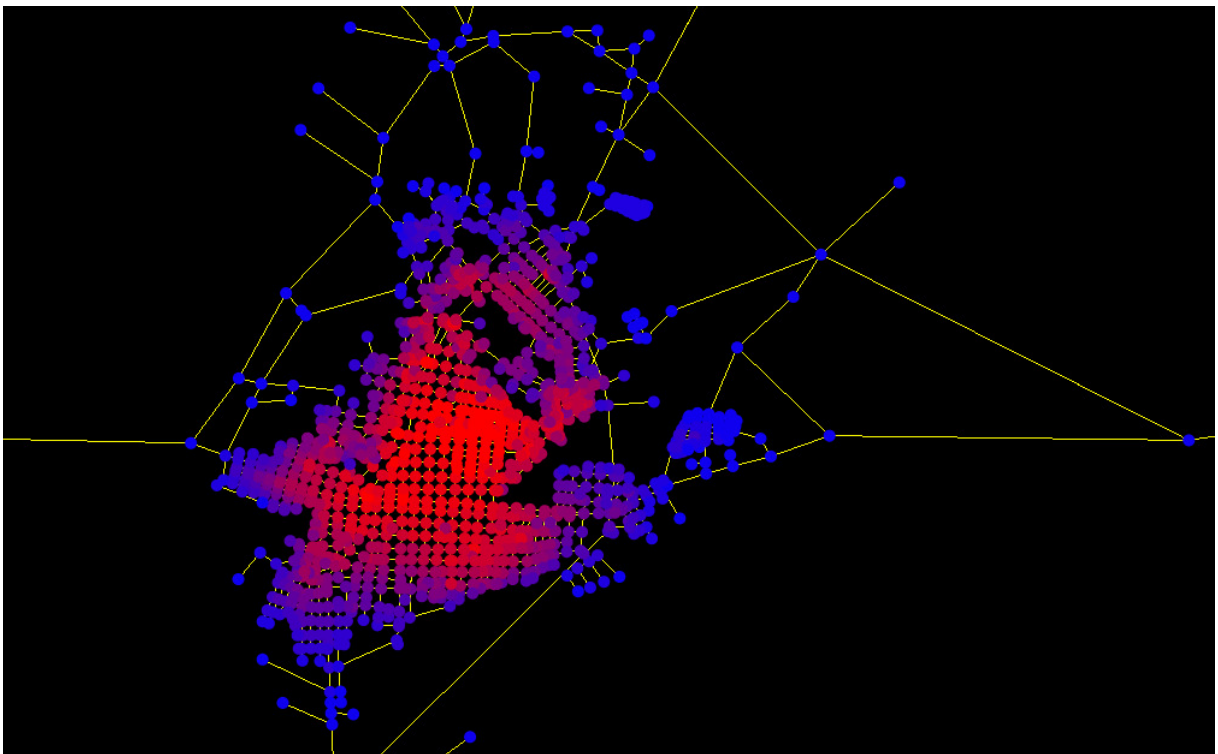


Figura 136: Santiago com carregamento – **Conexão Extra** – Acessibilidade Geométrica

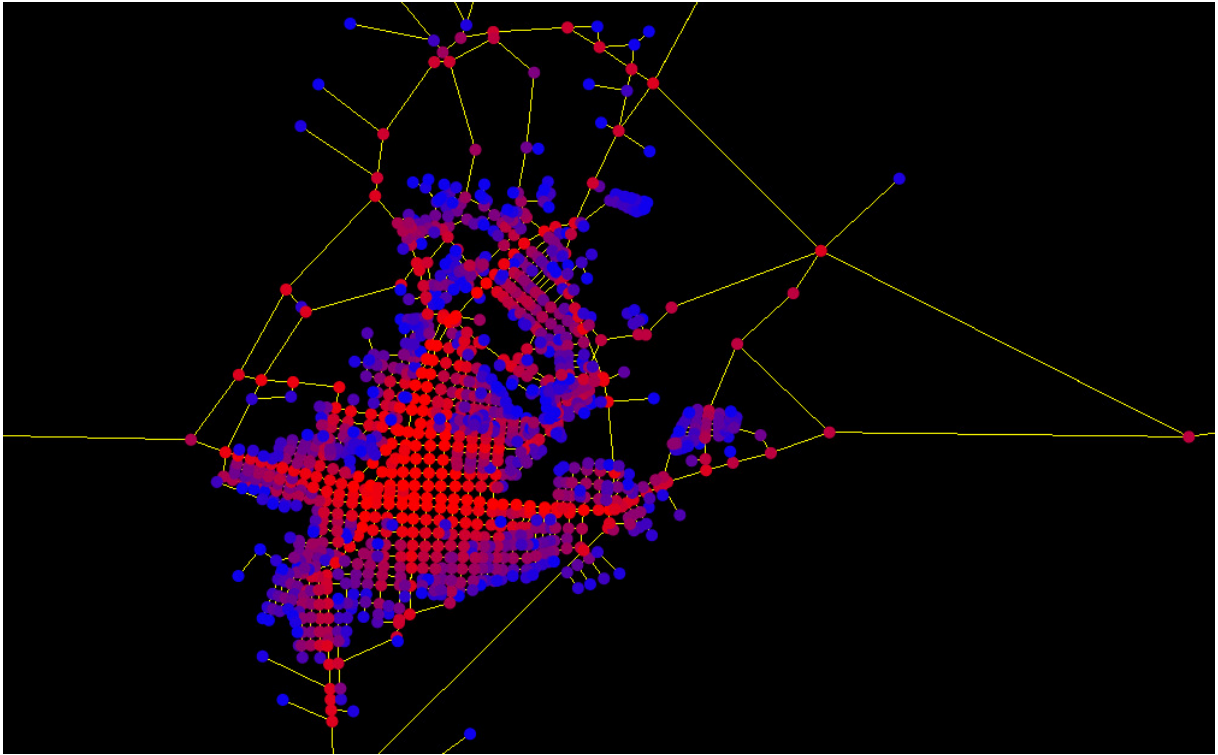


Figura 137: Santiago com carregamento – **Conexão Extra** – Centralidade Topológica

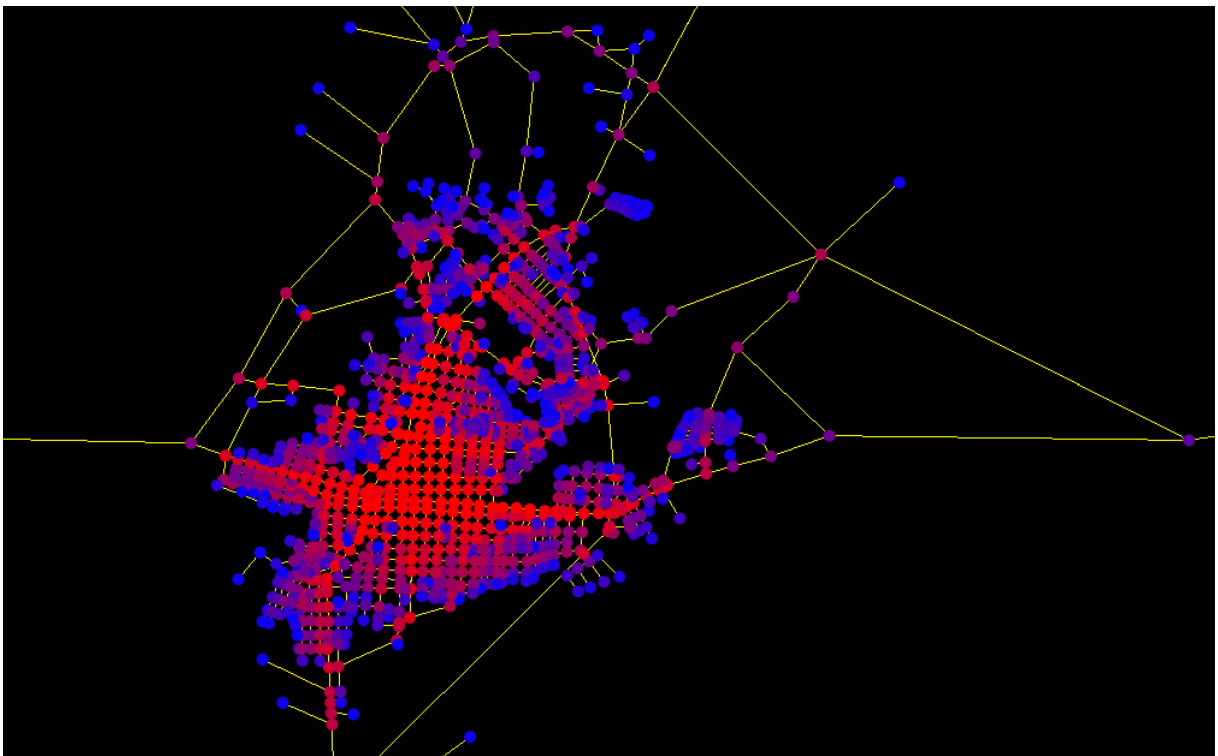


Figura 138: Santiago com carregamento – **Conexão Extra** – Centralidade Geométrica

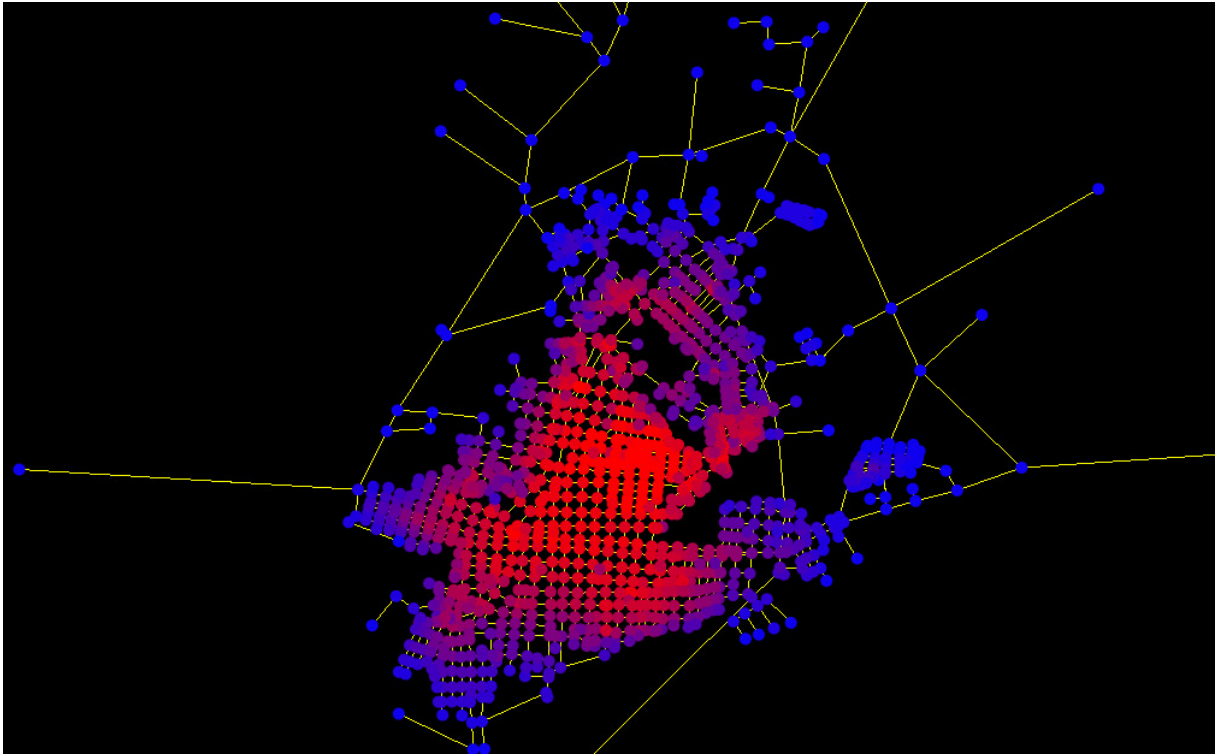


Figura 139: Santiago com carregamento – **Distância Menor** – Acessibilidade Geométrica

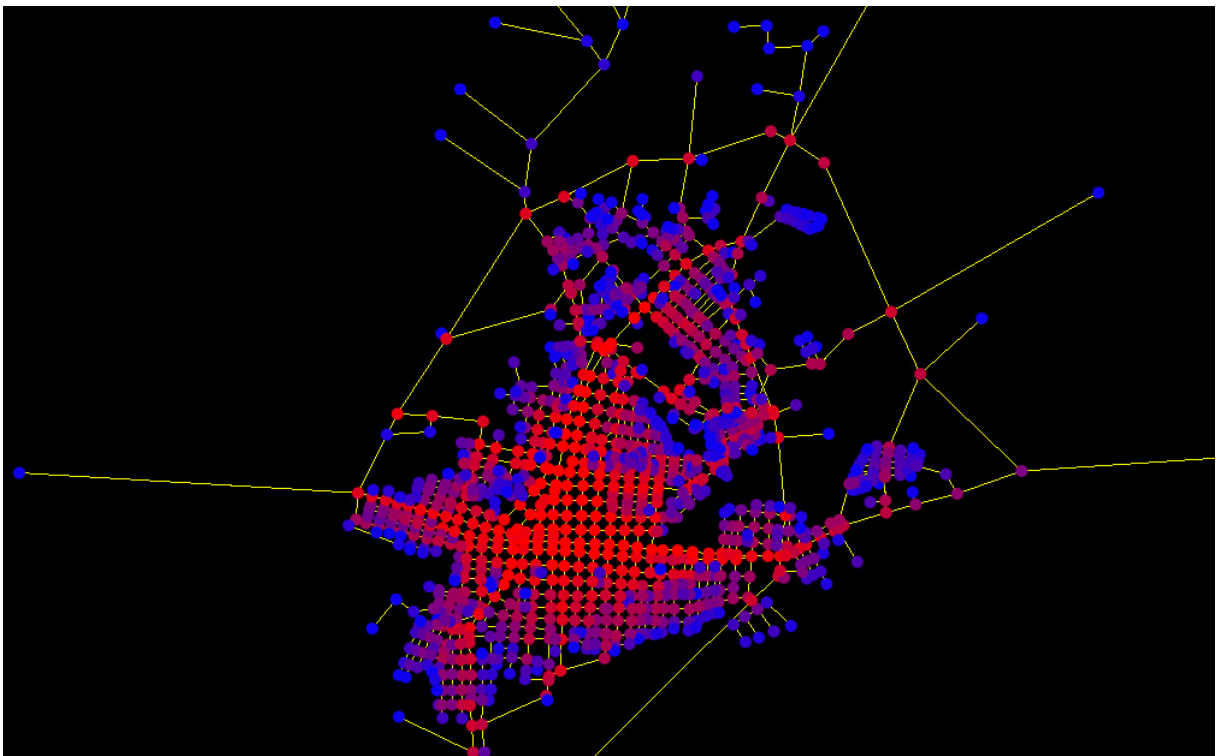


Figura 140: Santiago com carregamento – **Distância Menor** – Centralidade Geométrica