PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE ARQUITETURA E *DESIGN*
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA

DANIEL FELIPE DEL BUSTO PINZÓN

MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA: CASO DE ESTUDO DA REGIÃO *BOGOTÁ-SABANA*.

CURITIBA
2015

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

D344m
2015

Del Busto Pinzón, Daniel Felipe
Mineração de dados como ferramenta para a gestão metropolitana: caso de estudo da região Bogotá-Sabana / Daniel Felipe Del Busto Pinzón ; orientador, Fábio Teodoro de Souza. – 2015.
xi, 95 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2015
Bibliografia: p. 91-95

1. Crescimento urbano. 2. Mineração de dados (Computação). 2. Regiões metropolitana. 3. Sistemas de informação geográfica. 4. Planejamento urbano. I. Souza, Fábio Teodoro de. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.
CDD 20. ed. – 711.4

DANIEL FELIPE DEL BUSTO PINZÓN

MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA: CASO DE ESTUDO DA REGIÃO *BOGOTÁ-SABANA*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Teodoro de Souza

CURITIBA

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

"MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA: CASO DE ESTUDO DA REGIÃO *BOGOTÁ-SABANA*"

Por

DANIEL FELIPE DEL BUSTO PINZÓN

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, área de concentração em Gestão Urbana, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Prof. Dr. Carlos Hardt
Coordenador do Programa – PUCPR

Prof. Dr. Fabio Teodoro de Souza
Orientador – PPGTU/PUCPR

Prof. Dr. Carlos Hardt
Membro Interno – PPGTU/PUCPR

Prof. Dr. Edilberto Nunes de Moura
Membro Interno – PPGTU/PUCPR

Prof. Dr. Juan Pablo Bocarejo
Membro Externo – Universidad de Los Andes

Curitiba, 11 de fevereiro de 2015.

DANIEL FELIPE DEL BUSTO PINZÓN

MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA: CASO DE ESTUDO DA REGIÃO *BOGOTÁ-SABANA*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Fábio Teodoro de Souza
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

_____

Prof. Dr. Carlos Hardt
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

_____

Prof. Dr. Edilberto Nunes de Moura
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

_____

Prof. Dr. Juan Pablo Bocarejo
Universidad de los Andes

Curitiba, 11 de Fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Simón Sánchez Moral pelas orientações recebidas durante o intercâmbio acadêmico no *Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad Complutense de Madrid.* Agradeço de coração o incalculável aporte feito a esta pesquisa e a transmissão de conhecimento recebido de maneira incondicional, sempre pelo gosto natural de ajudar na formação de futuros pesquisadores.

À professora Cándida Gago García e a todos os membros do grupo de pesquisa *"Territorio, desarrollo y cultura: teoría y prácticas actuales en la dialéctica Norte-Sur"* do *Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad Complutense de Madrid* pela cordial recepção que fez me sentir sempre bem-vindo.

Á Organização de Estados Americanos (OEA) e ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) pela confiança depositada mediante a bolsa de estudo de mestrado.

Ao pessoal da *Secretaría de Planeación de Cundinamarca*, da *Secretaría de Planeación de* Chía, da *Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial de Mosquera*, da *Oficina Asesora de Planeación* de Funza, da *Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial de Soacha* por ter aceitado a participar do estudo. Também ao pessoal da *Secretaría de Distrital de Movilidad* de Bogotá por colaborar na coleta de dados.

Aos professores Fábio Teodoro de Souza, Carlos Hardt, Edilberto Nunes de Moura e Juan Pablo Bocarejo, membros da banca de defesa e orientadores durante a realização do projeto.

RESUMO

Desde a década de 1960, as técnicas de mineração de dados têm sido desenvolvidas como métodos computacionais para a extração de conhecimento valioso a partir de grandes volumes de dados. Devido a sua capacidade para analisar bancos de dados de grande tamanho, alta dimensionalidade e elevada complexidade, a mineração de dados é um emergente campo multidisciplinar de pesquisa que inclui a geografia, o planejamento e a gestão urbana, entre muitos outros. De forma paralela, neste período a cidade pós-industrial tem crescido aceleradamente seguindo as lógicas de organização espacial da globalização. Tanto os centros urbanos como suas periferias mudam constantemente para manter-se como os nós de articulação entre a economia nacional e a global, aumentando a complexidade dos processos urbanos nas grandes cidades-regiões. Como consequência, também tem aumentada a necessidade para formular estratégias inovadoras que melhorem o desempenho dos entes responsáveis pela gestão urbana. Por esta razão, o objetivo desta pesquisa é avaliar a potencial aplicação das técnicas de mineração de dados como uma ferramenta para a gestão metropolitana. Adota-se como estudo de caso o crescimento urbano do aglomerado metropolitano de Bogotá devido ao seu acelerado crescimento urbano; à ausência de articulação institucional a nível metropolitano; e à sua importância como centro demográfico e econômico da Colômbia. A metodologia definida divide-se em três etapas principais. Primeiro, o estudo do estado atual dos entes de planejamento urbano frente à geração de dados. Segundo, a construção de bancos de dados para dois recortes temporais distintos que permitam explicar o fenômeno analisado. Por último, a aplicação das técnicas de mineração de dados, realizando tarefas de correlação, agrupamento, regionalização, entre outras. Os resultados permitem identificar padrões interessantes na evolução urbana, sobretudo, demostrando o altíssimo nível de segregação e inequidade do estudo de caso. Finalmente, conclui-se que a mineração de dados é uma ferramenta que pode ser utilizada de maneira frequente e constante dentro da gestão urbana, discutindo suas oportunidades e limitações.

Palavras-chave: Mineração de Dados, Gestão Urbana, Cidade pós-industrial, Região metropolitana, Processos urbanos de crescimento, Sistemas de Informação Geográfica.

ABSTRACT

Since 1960, data mining techniques have been developed as computational methods for the extraction of valuable knowledge from large data sets. Due to its capacity for analyzing huge data sets of high dimensionality and complexity, data mining is an emergent multidisciplinary field of investigation that includes geography and urban management and planning. Concurrently, the postindustrial city has rapidly grown according to the spatial logic of organization of the globalization process. Urban centers, and its peripheries, are constantly changing in order to keep its status as the articulation nodes between national and global economy. This has increased the complexity of urban processes in outsized city-regions. As a consequence, has also grown the necessity for the formulation of innovative strategies that improve the performance of the urban management responsible entities. For this reason, the objective of this research is the evaluation of a potential application of data mining techniques as a useful tool for metropolitan management. The metropolitan agglomeration of Bogotá is adopted as a case study because of its accelerated urban growth; the absence of institutional articulation between the metropolitan pole and neighbor municipalities; and its importance as demographic and economic center of Colombia. The methodology is divided in three principal phases. First, the current stage of urban planning entities for the generation of data is studied. Second, data sets that explain the analyzed phenomenon are constructed for two different periods of time. Finally, the data mining techniques are applied, carrying out correlation, clustering and regionalization tasks, among others. The results allow finding interesting tendencies in the urban evolution, above all, demonstrating the extremely high level of social segregation and inequity of the case of study. At the end, the opportunities of these tools for being used inside the urban management are discussed.

Keywords: Data mining, Urban management, Postindustrial city, Metropolitan region, Urban growth processes, Geographic information systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura lógica do referencial teórico com temas e subtemas.....17
Figura 2 – Principais autores estudados para a construção do referencial teórico.....18
Figura 3 – Tipologia do periurbano. 28
Figura 4 – A construção de uma cidade baseada no conhecimento, componentes e efeitos. 39
Figura 5 – Arquitetura geral do modelo dos territórios inteligentes.....39
Figura 6 – Resumo do processo evolutivo das tecnologias de bancos de dados.....40
Figura 7 – A descoberta de conhecimento como processo. 41
Figura 8 – Estrutura lógica da metodologia do estudo: objetivos específicos e atividades. 45
Figura 9 – Representação do algoritmo *k-means* 51
Figura 11 – Localização da área de estudo. 55
Figura 12 – Centro de Bogotá e a cadeia montanhosa do leste da cidade.....55
Figura 13 – Tipo de crescimento urbano de Bogotá, Soacha e Mosquera entre 1950 e 2000.....57
Figura 14 – Distribuição da população na área de análise para os anos 2005 e 2011.....67
Figura 15 – Densidade populacional na área de análise para os anos 2005 e 2011.....67
Figura 16 – Taxa de crescimento na área de análise entre os anos 2005 e 2011.....68
Figura 17 – Matriz de Auto-Correlação para o ano 2005.....71
Figura 18 – Matriz de Auto-Correlação para o ano 2011.....71
Figura 19 – *Dendrograma* para o ano 2005 e o ano 2011.....73
Figura 20 – Análise de Componente Principal para o ano 2005.....75
Figura 21 – Análise de Componente Principal para o ano 2011.....75
Figura 22 – Regionalização da área de estudo para o ano 2005 79
Figura 23 – Regionalização da área de estudo para o ano 2011 79
Figura 24 – Gráfico de distribuição da população e de frequência do estrato para o ano 2011.....80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tendências em comum nas transformações metropolitanas entre América Latina e Europa. 20
Tabela 2 – Teorias em torno do conceito da contraurbanização 26
Tabela 3 – Principais razões para a manifestação do fenômeno periurbano. 29
Tabela 4 – Mudanças no modelo de mobilidade no novo modelo territorial. 32
Tabela 5 – Relações entre densidade urbana, modo e custo dos deslocamentos. 33
Tabela 6 – Exemplos de uso de TMD em pesquisas relacionadas à gestão urbana.....43
Tabela 7 – Protocolo de pesquisa 46
Tabela 8 – Abrangência temática, espacial e temporal do estudo.....52
Tabela 9 – Valor do solo nos municípios circunvizinhos de Bogotá. 57
Tabela 10 – Municípios da região *Sabana* com maiores movimentos cotidianos em relação com Bogotá, 2005. 60
Tabela 11 – Vantagens e desvantagens identificadas frente à geração de dados 64
Tabela 12 – Descrição dos dados coletados 65
Tabela 13 – Indicadores selecionados e critério de seleção.....70
Tabela 14 – Carga dos fatores da normalização Varimax para o ano 2011. 76
Tabela 15 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2005. 83
Tabela 16 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2011. 83
Tabela 17 – Regionalização dos indicadores das atividades econômicas para o ano 2005. 83
Tabela 18 – Regionalização dos indicadores das atividades econômicas para o ano 2011. 83
Tabela 19 – Regras de associação mais interessantes para o ano 2005. 84
Tabela 20 – Regras de associação mais interessantes para o ano 2011. 85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	Significado
AMB	Aglomerado Metropolitano de Bogotá
ACP	Análise de Componente Principal
CAR	*Corporación Regional De Cundinamarca*
CBD	*Central Business District*
CCB	*Cámara de Comercio de Bogotá*
CCF	*Cámara de Comercio de Facatativá*
DANE	*Departamento Administrativo Nacional de Estadística*
GPS	*Sistemas de Posicionamento Global*
IDECA	*Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital*
MPRBC	*Mesa de Planeamento Regional Bogotá-Cundinamarca*
MAC	Matriz de Auto-Correlação
PIB	Produto Interno Bruto
POT	*Plan de Ordenamiento Territorial*
RNA	Redes Neurais Artificiais
SDM	*Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá*
SDP	*Secretaria Distrital Planeación de Bogotá*
SIG	*Sistemas de Informação Geografica*
SIT	Sistemas Inteligentes de Transporte
TICS	Tecnologias da Informação e da Comunicação
TMD	Técnicas de Mineração de Dados
UNCRD	Centro das Nações Unidas para o Desenvolvimento Regional
UPZ	Unidades de Planejamento Zonal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO. 12

1.1 OBJETIVOS 14

1.2 JUSTIFICATIVA. 15

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO. 16

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA. 17

2.1 O MODELO METROPOLITANO DENTRO DA GLOBALIZAÇÃO. 18

2.1.1 A cidade pós-industrial da globalização 19

2.1.2 Forças contextuais e o caso da América Latina. 21

2.2 NOVAS REALIDADES URBANAS: AS REDES METROPOLITANAS. 24

2.2.1 Evolução urbana: desde o lugar até as redes. 24

2.2.2 As redes urbanas na cidade pós-industrial. 33

2.3 A MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA 36

2.3.1 Gestão urbana na era da informação. 37

2.3.2 A mineração de dados e a descoberta de conhecimento 40

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS. 45

3.1 CLASSIFICAÇÃO E MÉTODO DA PESQUISA. 46

3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA. 46

3.3 ENTREVISTA QUALITATIVA. 48

3.4 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS. 48

3.4.1 Matriz de Auto-Correlação e Análise de Componente Principal. 49

3.4.2 Agrupamento de dados 50

3.4.3 Regras de associação. 51

3.5 ABRANGÊNCIA DA INVESTIGAÇÃO. 52

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO: A REGIÃO BOGOTÁ-*SABANA*. 53

4.1 CARACTERIZAÇÃO DE BOGOTÁ E DA REGIÃO *SABANA*. 54

4.2 PROCESSO HISTÓRICO E CONTEXTO ATUAL DAS RELAÇÕES METROPOLITANAS. 57

4.3 METROPOLIZAÇÃO E A NECESSIDADE DE UMA GESTÃO INOVADORA. 59

5 RESULTADOS. 62

5.1 RELAÇÕES INTERURBANAS AO REDOR DA GESTÃO DE INFORMAÇÃO. 62

5.2 DESCRIÇÃO DOS BANCOS DE DADOS COLETADOS. 65

5.3 EVOLUÇÃO DO CRESCIMENTO URBANO NA REGIÃO BOGOTÁ-*SABANA*. 66

5.4 MINERAÇÃO DE DADOS DO CRESCIMENTO URBANO. 69
5.4.1 Preparação de dados e construção de indicadores. *69*
5.4.2 Análise da estrutura do banco de dados. *70*
5.4.3 Análise espacial dos indicadores. *77*
5.4.4 Análise dos padrões de comportamento da população. *82*
5.5 PRINCIPAIS CONSIDERAÇOES DA APLICAÇÃO PRÁTICA. 85
6 CONCLUSÃO 88
7 REFERÊNCIAS 91
8 APÊNDICE 96
8.1 APÊNDICE 1: ROTEIRO ENTREVISTA QUALITATIVA SEMIESTRUTURADA 96

1 INTRODUÇÃO.

A segunda metade do século passado foi o período de incubação dos paradigmas que permitem explicar diversos e diferentes fenômenos atuais, como o desenvolvimento da tecnologia das técnicas de mineração de dados (TMD) ou do modelo de metropolização presente nas cidades de América Latina. No primeiro caso, desde 1960, as TMD têm sido desenvolvidas como métodos computacionais para a extração de conhecimento valioso a partir de grandes volumes de dados (HAN; KAMBER; PEI, 2006). O crescimento explosivo das tecnologias dos bancos de dados e das tecnologias de informação e comunicação (TICS) promoveu o avanço neste tipo de ferramentas para o processamento eficiente da informação (LIAO; CHU; HSIAO, 2012). Hoje, as TMD permitem analisar bancos de dados de enorme tamanho (ex. milhões de observações), alta dimensionalidade (ex. centenas de variáveis) e elevada complexidade (ex. fontes de dados heterogêneas, dinâmicas espaço-temporais, relações multivariáveis) (MENNIS; GUO, 2009). Assim, as TMD podem ser definidas como um conjunto de métodos de inteligência artificial aplicada, que inclui tarefas de generalização, caracterização, classificação, associação, agrupamento, regionalização etc. (LIAO; CHU; HSIAO, 2012). Sua aplicação abrange um emergente campo multidisciplinar de pesquisa que inclui a geografia, o planejamento urbano e a gestão urbana, entre muitos outros. Aliás, ainda existe uma urgente necessidade de construção de teorias e metodologias eficientes e efetivas que potencializem a extração de conhecimento desde massivas bases de dados espaciais (MENNIS; GUO, 2009).

De forma paralela, a infraestrutura das TICS também permitiu a consolidação do processo de globalização. Esse processo também foi impulsionado pela flexibilidade regulatória do neoliberalismo e pelo triunfo da *financeirização* sobre a produção como a base do capitalismo avançado. Como consequência direta, novas lógicas de organização espacial foram materializadas nas cidades em conformidade com os princípios destes processos. As grandes cidades-regiões tornaram-se os principais nós de articulação de toda classes de redes, para a circulação dos fluxos essenciais de reprodução do sistema. Em nível local, vários processos fortaleceram o modelo da cidade pós-industrial caracterizado pela expansão das cidades além de seus limites, a densificação de redes metropolitanas, o aumento no dinamismo, complexidade e instabilidade das periferias e a ruptura com a dicotomia urbano-rural (MÉNDEZ, 2012).

Neste âmbito, as maiores cidades da América Latina afiançaram-se como os principais centros econômicos dentro de seus respectivos países. Em outras palavras, como os pontos de articulação entre a economia nacional e internacional (DE MATTOS, 2010). Este fator impactou profundamente o crescimento demográfico urbano. Segundo as estatísticas, entre os anos de 1970 e 2011, a população urbana da região cresceu a uma taxa de 2,59%, em contraste com o porcentual de 0,03% de crescimento rural. Dado que corrobora o fato de o nível de urbanização da América Latina (79,1%) ser atualmente superior ao do continente europeu (72,9%) (UNITED NATIONS, 2012).

No caso específico da capital de Colômbia, Bogotá contribui com mais de 15% da população nacional e mais de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (DANE, 2010a, 2014). Sua área de influência imediata expande-se para mais de 16 municípios, embora a região metropolitana não exista administrativa nem legalmente. Contudo, o Aglomerado Metropolitano de Bogotá (AMB), conhecido também como a região *Bogotá-Sabana*, não é inerte às dinâmicas territoriais impostas pela estrutura do capitalismo globalizado. De acordo com Afonso (2010), as relações metropolitanas entre Bogotá e os municípios próximos aprofundaram-se na década passada tanto nos movimentos estruturais de população como nos movimentos cotidianos. Além disso, se continuar com as recentes tendências de crescimento, a estrutura urbana de Bogotá irá resultar em extensos subúrbios de baixa densidade, incompatíveis com a oferta de transporte público (ACEVEDO, 2009), em uma cidade que já tem um nível de segregação socioeconômica "muito grande" (PNUD, 2008, p. 35).

Por outro lado, Carvajal (2011) expõe que um dos desequilíbrios que possui a região é a baixa capacidade técnica dos municípios para o planejamento urbano quando comparados com Bogotá, incluindo o caso de Soacha que é o segundo maior município. Enquanto a capital conta com profissionais especialistas nas suas secretarias e faz uso de tecnologias baseadas em sistemas de informação geográfica (SIG), os demais municípios dependem de consultores externos para a formulação dos seus planos. Isto pode significar um problema no momento do monitoramento e controle dos processos de crescimento e desenvolvimento urbano além dos limites de Bogotá. Ainda mais quando a cidade parece ter um crescimento orientado pelo mercado e não pelos planos e projetos governamentais (BOCAREJO; PORTILLA; PÉREZ, 2013).

Neste sentido, devido à problemática do desequilíbrio existente entre os entes territoriais da região *Bogotá-Sabana,* que dificulta a obtenção e tratamento de dados para a gestão metropolitana*,* e o acelerado crescimento urbano que a mesma apresenta, este

estudo adota a AMB como estudo de caso para a avaliação da aplicação potencial das TMD como ferramentas de gestão metropolitana. A pesquisa limita-se a tratar o crescimento Metropolitano de Bogotá e quatro dos seus municípios próximos: Chía e Soacha, Funza, Mosquera. No entanto, a partir deste caso particular, a pesquisa pretende elucidar o potencial de aplicação das TMD em casos similares ao já definido.

Esta pesquisa parte da hipótese que o planejamento urbano e regional é limitado pela realidade que cada cidade ou município, desde seus escritórios de planejamento, enfrenta quando projeta seu desenvolvimento dentro de um território comum. A materialização dos planos e a articulação regional dependem das diversas condições técnicas e econômicas que os entes de governo involucrados podem apresentar. De igual maneira sucede com a geração de dados e seu aproveitamento, dificultando a identificação de tendências e processos territoriais ainda mais quando se trata de municípios independentes administrativamente. Neste sentido, as TMD podem sem incluídas como uma ferramenta de gestão urbana que aporte à superação deste desafio, tendo em conta que com o aumento da complexidade dos processos urbanos, aumenta também a necessidade de gerar respostas e soluções inovadoras.

1.1 OBJETIVOS.

O **objetivo geral** desta pesquisa é avaliar a potencial aplicação das técnicas de mineração de dados como uma ferramenta para a gestão metropolitana. Especificamente, enfoca-se no crescimento urbano das urbes circunvizinhas de Bogotá, Funza, Mosquera, Chía e Soacha que pertencem à região *Bogotá-Sabana*.

Para assegurar a conclusão bem sucedida desta aplicação empírica, definiram-se os seguintes **objetivos específicos:**

1. Comparar as condições que cada município apresenta frente à geração de dados e o aproveitamento de informação para o planejamento urbano e sua implicação no desenvolvimento de projetos baseados nas técnicas de mineração de dados.
2. Construir bases de dados comparáveis para dois recortes temporais distintos que incluam informação espacial relativa ao crescimento urbano e às dinâmicas cotidianas nas áreas de estudo.
3. Aplicar as técnicas de mineração de dados para identificar padrões interessantes e relevantes ao crescimento urbano da região entre os recortes temporais definidos.

1.2 JUSTIFICATIVA.

Atualmente, na literatura acadêmica, é possível encontrar diversas terminologias que reforçam a ligação entre o desenvolvimento urbano, a gestão das cidades e o atual paradigma tecnológico. As diferentes propostas variam dependendo de seu objetivo, por exemplo, o termo *knowledge-based city* propõe a criação de uma economia urbana, baseada na geração de conhecimento (MÉNDEZ; SÁNCHEZ MORAL, 2010). De forma similar, o conceito dos territórios inteligentes, sugere que as cidades têm uma capacidade de contínua aprendizagem que deve ser desenvolvida para manter o equilíbrio entre o aumento da qualidade de vida, o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente (ALTUZARRA ARTOLA et al., 2008).

Além disso, o desenvolvimento de técnicas modernas para gerar grandes quantidades de informação, bem como o compromisso dos órgãos públicos e entidades privadas para coletar dados devido à alta complexidade dos processos territoriais, têm demandado a geração de novas abordagens que possam resultar em soluções inovadoras e respostas úteis, como é o caso da mineração de dados. Por conseguinte, na literatura científica, também é possível encontrar termos como *geographic data mining, spatial data mining* e *urban data mining* que se ocupam de desenvolver teorias e metodologias eficazes e eficientes para a extração de informações úteis de bancos de dados massivos. E desta forma, melhorar o desempenho na hora de abordar fenômenos complexos como, por exemplo, a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente ou a evolução das dinâmicas socioeconômicas das cidades modernas (MENNIS; GUO, 2009).

Por outro lado, como já foi mencionado, Bogotá e sua área de influência metropolitana não são alheias nem aos fenômenos nem aos processos territoriais da globalização. No entanto, não existe na região nenhum tipo de entidade supramunicipal que possa coordenar e resolver problemas em comum como o fornecimento de água potável, a gestão de projetos de infraestrutura ou a administração do transporte público (FREY, 2013; WESSELS; PARDO; BOCAREJO, 2012).

Além disso, devido à importância da cidade, o acelerado e caótico crescimento urbano que apresenta a região *Bogotá-Sabana* pode ameaçar negativamente toda a economia nacional, caso não se garanta uma gestão eficiente. Por esta razão, um dos maiores desafios a afrontar é precisamente gerar um planejamento sustentável e integrado que promova o crescimento e desenvolvimento da região. Neste sentido, os atuais Planos de Ordenamento Territorial (POT) visam estimular um modelo

descentralizado com estrutura policêntrica, tal como sucede em outras grandes cidades. Porém, sua materialização é limitada dentro da área administrativa da cidade, sem estar devidamente articulada a toda a região, podendo estimular essa expansão urbana descontrolada (WESSELS; PARDO; BOCAREJO, 2012).

Com esse cenário, resulta pertinente avaliar o potencial que a mineração de dados pode oferecer como uma ferramenta para a gestão metropolitana de uma área como a região *Bogotá-Sabana.* É também pertinente avaliar a contribuição das TMD para a geração de respostas inovadoras frente às problemáticas existentes nesta e outras regiões similares.

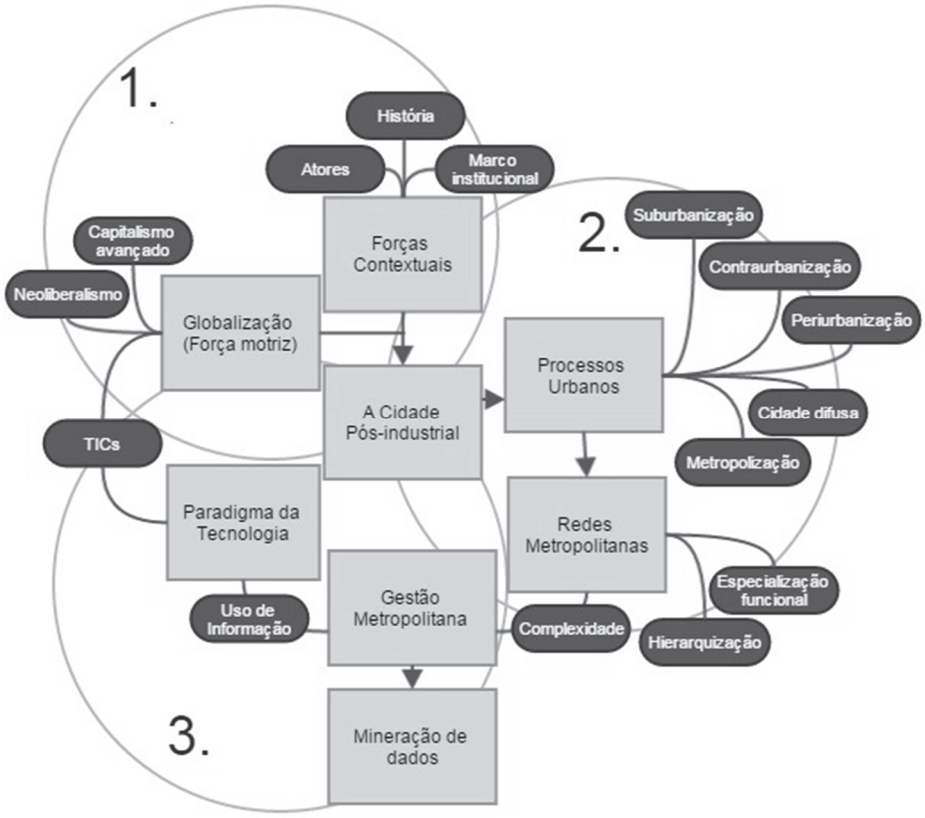
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.

Este documento apresenta a seguinte estrutura: o primeiro capítulo introduz as TMD como possíveis ferramentas na gestão metropolitana de áreas como a região *Bogotá-Sabana,* igualmente descreve os objetivos desta pesquisa para avaliar tal possibilidade. O segundo capítulo aborda, por um lado, a evolução urbana e o aumento na complexidade dos processos urbanos dentro do marco lógico da globalização e, por outro lado, as possibilidades de inclusão de ferramentas inovadoras como as TMD para a gestão urbana como resultado do paradigma tecnológico atual. O terceiro capítulo expõe a metodologia adotada e descreve as técnicas de mineração de dados utilizadas. O quarto capítulo contextualiza o caso de estudo adotado: a região *Bogotá-Sabana*. No quinto capítulo são incluídos os resultados das visitas aos escritórios de planejamento dos municípios em questão, da coleta e preparação de dados e, finalmente, da aplicação das TMD. Os resultados são analisados segundo o objetivo geral e o referencial teórico construído. Por último, o sexto capítulo apresenta a conclusão da pesquisa e as possibilidades de continuação desta investigação no futuro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

Para o desenvolvimento da fundamentação teórica, foi estabelecida uma estrutura lógica que servisse de guia entre os diferentes temas, descendo desde as generalidades até os tópicos específicos da pesquisa. Conforme aponta a Figura 1, o presente capítulo é dividido em três partes: (1) No primeiro subcapítulo, é desenvolvido como o processo da globalização tem sido a força motriz para a transição da cidade industrial à cidade pós-industrial, sem menosprezar as forças contextuais de cada caso; (2) A partir deste ponto, analisam-se diferentes processos urbanos impulsionados pela globalização desde a metade do século XX, para finalizar na formação das redes metropolitanas; a complexidade e a topologia dessas redes são analisadas para destacar a importância da gestão metropolitana na hora de afrontar problemáticas; (3) Finalmente, tomando como referência o paradigma tecnológico, descreve-se a importância da geração de informações e sua utilização, tanto para a formulação de novas linhas de pesquisa relacionadas ao urbano, como para sua aplicação prática no desenvolvimento das cidades. No final do terceiro subcapítulo, as TMD são introduzidas como potenciais ferramentas para a gestão metropolitana, fazendo a ligação com o capítulo metodológico.

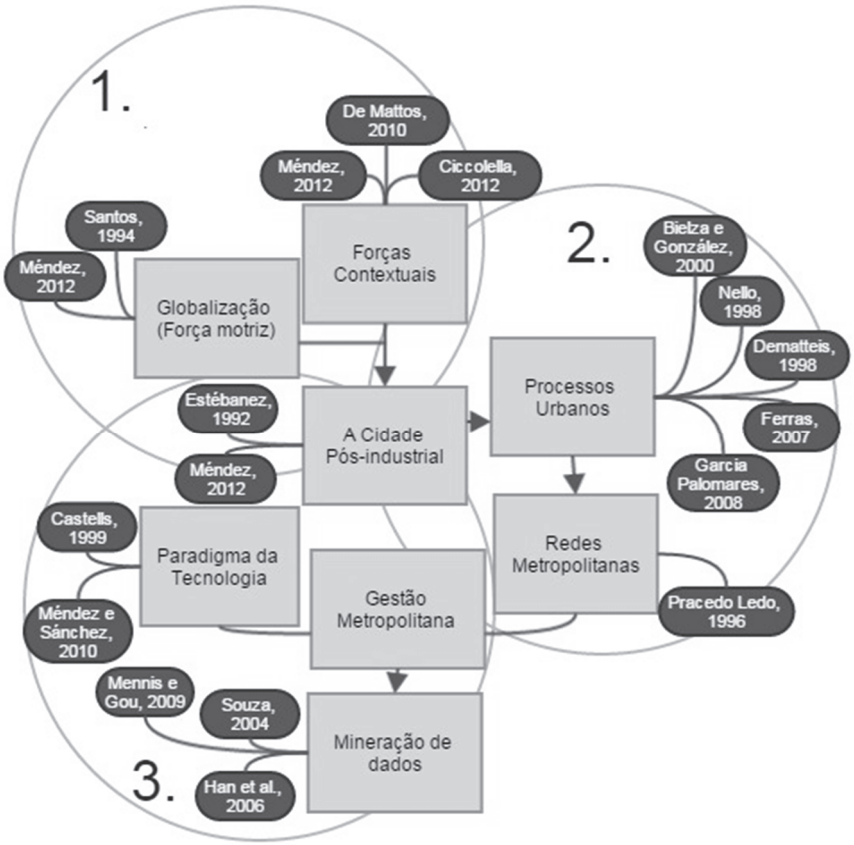
Figura 1 – Estrutura lógica do referencial teórico com temas e subtemas.



Fonte: Elaboração do autor

Mantendo a mesma estrutura, a Figura 2 apresenta os principais autores estudados em cada um dos temas abordados.

Figura 2 – Principais autores estudados para a construção do referencial teórico.



Fonte: Elaboração do autor

2.1 O MODELO METROPOLITANO DENTRO DA GLOBALIZAÇÃO.

Milton Santos (1994, p. 23) afirma que a "globalização constitui um paradigma para a compreensão dos diferentes aspectos da realidade contemporânea" de todos os lugares e indivíduos, embora em graus variáveis. De fato, a acelerada globalização do capital, do trabalho e da cultura tem produzido efeitos significantes nas cidades e na vida urbana do mundo (SOJA, 2005). As aglomerações metropolitanas da América Latina também têm evoluído seguindo processos experimentados em outras partes do mundo como o continente europeu. Apesar dessa convergência, as formas resultantes apresentam contrastes associados com o contexto particular. Diferentes fatores tais como a trajetória histórica, o marco institucional ou as estratégias adotadas pelos atores locais ajudam a explicar estas diferenças. (MÉNDEZ, 2012, p. 796 - 797). Por este motivo, resulta necessário manter um olhar cuidadoso que incluísse tanto as tendências globais e as

peculiaridades locais, para a análise de qualquer realidade territorial, como é o caso de Bogotá e sua influência metropolitana.

2.1.1 A cidade pós-industrial da globalização.

De acordo com Estébanez (1992, p. 426, tradução nossa), a cidade deve ser compreendida como "um instrumento social, cuja forma e estrutura só podem ser explicadas no contexto da sociedade em que se instala". Desta forma, o autor generaliza três fases históricas da cidade de acordo com a organização social e econômica: a cidade pré-industrial; a cidade industrial dividida nos períodos *paleo-técnico* (1780-1880) e *neo-técnico* (1880-1950); e a cidade pós-industrial ou do capitalismo avançado. Estes últimos três momentos da história também são identificados por Castells (1999, p. 58): por um lado, a primeira e a segunda revolução industrial, impulsionada pelas novas formas de geração de energia e, mais tarde, pela eficiência na sua distribuição. E por outro lado, a revolução tecnológica baseada no desenvolvimento das tecnologias da informação e que permitiu a consolidação de uma sociedade global conectada através de múltiplas redes.

Com efeito, a forte crise econômica, estimulada pela crise do petróleo de 1973-1974 foi o evento "que impulsionou a espetacular reestruturação do sistema capitalista a escala global, induzindo em realidade um novo modelo de acumulação em descontinuidade histórica com o capitalismo anterior" (CASTELLS, 1999, p. 78, tradução nossa). Três fenômenos combinados serviram como força motriz para a consolidação do capitalismo avançado em escala planetária. Primeiro, a revolução das TICS que serviu como infraestrutura para a montagem de um mercado global e contínuo. Segundo, a globalização do capital, do trabalho e da cultura. E finalmente, a *flexibilização* tanto do modelo de produção centralizada do fordismo, como do modelo de regulamentação com o triunfo do neoliberalismo sobre *keynesianismo* (MÉNDEZ, 2012, p. 796 - 797). Os efeitos da globalização têm reconfigurado significativamente o modelo de organização social e espacial interna das cidades e as suas relações externas, especialmente no caso das regiões metropolitanas. Elas são os nós espaciais da economia global onde a reestruturação das atividades produtivas, seja de manufatura ou de serviços, tem produzido uma série de processos simultâneos em comum em muitas cidades do mundo (SOJA, 2005).

No caso específico das metrópoles da Europa e da América Latina, Méndez (2012) sintetiza em quatro categorias as tendências em comum para ambos extremos do Atlântico. Apesar dos pontos de encontro mostrados na Tabela 1, o autor afirma que há

diferenças de magnitude e avanço desses processos. Por exemplo, na América Latina é percebido um grau menor de desindustrialização e maior aumento do mercado de trabalho secundário; enquanto que as consequências da bolha imobiliária, e sua consequente crise, são mais evidentes na Europa, apesar das repercussões da crise dos Estados Unidos de América no continente todo. Katz (2009) divide essa influência em três impactos principais. Primeiro, a extração de dinheiro desde América Latina por parte dos bancos internacionais, representando um quarto do total dos recursos destas entidades. Segundo, a sobre produção de mercadorias nas ramificações mais globalizadas da indústria regional (Ex. o setor automotor), impactando negativamente nos níveis de emprego. E terceiro, a queda dos preços das mercadorias, diminuindo o PIB das nações.

Tabela 1 – Tendências em comum nas transformações metropolitanas entre América Latina e Europa.

Construção de economias servindustriais.	▪ Desindustrialização causada pela saturação e encarecimento do solo urbano. ▪ Deslocamento de indústrias para as periferias das regiões metropolitanas ou outras cidades de menor hierarquia. ▪ Terceirização através da especialização em setores intensivos em capital e tecnologia.
Segmentação do mercado de trabalho	▪ Aprofundamento da desigualdade social e da segregação espacial. ▪ Mercado laboral primário: pessoal qualificado, com bons salários e direitos laborais assegurados. ▪ Mercado laboral secundário: ausência de direitos e precariedade laboral.
Financeirização da economia	▪ Mobilidade de capital sem ancoragem territorial entre circuitos financeiros de todo o planeta. ▪ Competência entre cidades pela atração de inversão estrangeira através de estratégias de *City Marketing*. ▪ Aumento das inversões imobiliárias e alimentação da bolha especulativa.
Empresarialismo e nova governança metropolitana	▪ Gestão do Estado em função do suporte e estimulação do capital privado. ▪ Participação social dentro da governança limitada às elites sociais e os grupos empresariais. ▪ Maior importância dos (mega) projetos e dos eventos internacionais sobre os planos urbanísticos como estratégia de atração da inversão estrangeira.

Fonte: Elaborado a partir de Méndez (2012)

Da mesma forma, De Mattos (2010) expõe que um novo padrão de urbanização tem sido imposto globalmente apesar das especificidades de cada contexto. Como consequência, nas cidades da América Latina, podem ser encontradas as seguintes tendências em comum com outras urbes do mundo: primeiro, a propagação da mancha urbana além dos limites tradicionais, causada pela separação das tarefas de gestão empresarial e do processo produtivo, e também pelo aumento na demanda de casas

novas, maiores e ambientalmente melhores por parte de um número significativo de famílias. Segundo, a tendência para o policêntrismo que concedeu maior dinamismo às pequenas e medianas cidades das áreas de influência metropolitana. Terceiro, o aprofundamento da segmentação sócio-espacial produto da segregação do mercado de trabalho. Finalmente, a definição de uma nova geografia corporativa de novos megaprojetos corporativos que substituem os *Central Business District* (CBD) tradicionais. Como por exemplo, o passeio da Reforma e Polanco em cidade do México, a Avenida Paulista em São Paulo, a Avenida Providencia em Santiago, os distritos de San Isidro e Miraflores em Lima e a Avenida Chile em Bogotá.

Além disso, a nível global:

> Também se assistiu à progressiva densificação de todo tipo de redes nas quais circulam os fluxos essenciais para a reprodução do sistema, acentuou-se o valor estratégico das grandes cidades-regiões como nós principais para a sua articulação e centros de poder desde onde é tomada grande parte das decisões estratégicas. O resultado disso é o crescente interesse pelas periferias metropolitanas como espaços de especial dinamismo, complexidade e instabilidade, sujeita a fortes tensões derivadas da concorrência entre usos e a multiplicidade de atores e interesses que em eles confrontam-se *(MÉNDEZ, 2012, p. 797, tradução nossa)*.

Como resultado, na atualidade deve-se levar em conta duas realidades territoriais que rompem com a tradição da cidade industrial. Primeiro, a globalização permitiu que os sistemas territoriais periféricos, bem como seus atores, adquirissem acesso direto às redes globais de intercâmbio e de informação. Em segundo lugar, esses novos espaços metropolitanos respondem a uma mudança cultural na forma de consumir o território, fator que questiona a dicotomia cidade-campo. Graças aos avanços tecnológicos, as distâncias nas escalas geográficas cotidianas foram ampliadas enquanto o tempo para recorrê-las foi reduzido. Por essa razão, a barreira entre o campo e a cidade tem sido progressivamente atenuada em territórios que apresentam características qualitativas e quantitativas que desafiam a categorização tradicional (DEMATTEIS, 1998). Em outras palavras, "os processos já não são os mesmos, nem desde o urbano, nem desde o espaço rural" (AVILA SÁNCHEZ, 2009, p. 94, tradução nossa). Este ponto é discutido em maior detalhe no numeral 2.2.

2.1.2 Forças contextuais e o caso da América Latina.

Frente à imposição das regras da globalização, "os lugares respondem ao mundo segundo as diversas pautas da sua própria racionalidade" (SANTOS apud MÉNDEZ,

2012, p. 802, tradução nossa). Por esta razão, a sua materialização tem resultado em múltiplas realidades metropolitanas que dependem do contexto específico de cada lugar. As principais causas desta heterogeneidade são: a) o marco institucional específico herdado por cada Estado – normas, organizações, cultura, estrutura econômica etc. – que constantemente negocia e regula sua própria sociedade; b) a base da economia e o inventário dos recursos disponíveis; c) o efeito do país; e d) o desempenho da diversidade de atores locais que mantêm relações e fluxos trans-escalares (MÉNDEZ, 2012, p. 802).

Neste sentido, Swyngedouw (2004) expõe que apesar do discurso neoliberal hegemônico adotado nas décadas de 1980 e 1990 pelas elites políticas, econômicas e culturais, a globalização é um processo com um forte componente de reorganização geográfica que depende das relações de poder nas diferentes escalas onde os atores operam. Este autor fala particularmente das tensões escalares, por um lado, das redes econômicas e seus fluxos e, por outro lado, dos arranjos institucionais. Assim, sintetiza no termo *glocalização* o processo duplo onde, primeiro, as atividades econômicas são ao mesmo tempo mais locais e regionais como transnacionais e, segundo, onde os arranjos institucionais tendem a mover-se desde uma escala nacional para cima, em direção de escalas supranacionais e globais, mas também para baixo em direção das configurações regionais, locais e urbanas. Neste sentido, as cidades são o espaço de discussão entre os interesses do capital e dos atores locais, lugar onde surge uma dinâmica de desmaterialização favorecida pela globalização e pelas TICS, paralela a outra dinâmica de materialização que ancora o capital para favorecer sua acumulação e reprodução. O aumento das inversões imobiliárias e o surgimento de bolhas especulativas pré-crise e sua volatilidade pós-crise são exemplo dessa dupla dinâmica (MÉNDEZ, 2012, p. 803).

Desta forma, a construção escalar da globalização é fonte de conflitos e resistências às mudanças "através do estabelecimento de redes horizontais enraizadas em lugares concretos que mostram maior capacidade de reação e menor passividade do que outros" (MÉNDEZ, 2012, p. 802, tradução nossa). Isto é verificado por Ciccolella (2012, p.14) ao revisar 22 estudos de nove cidades da América Latina. Apesar de que algumas destas particularidades corresponderem a temporalidades do processo, outras resultam ser significativas singularidades do contexto local. Por exemplo, o caso de Montevidéu apresenta uma forte resistência cultural à globalização graças a uma elevada participação social e uma vigorosa regulamentação de proteção ambiental e das áreas rurais. Em Santiago do Chile existe uma singularidade da economia frente ao contexto geral latino-americano, que lhe permitiu reduzir a tendência de aprofundamento das desigualdades

espaciais. No caso de Bogotá é percebida, por um lado, alta resistência à desindustrialização metropolitana e, por outro lado, uma tendência precoce aos espaços amuralhados (shoppings e urbanizações), atribuível não à globalização, mas ao problema de violência local produzido pela presença de bandas narcotraficantes e outros grupos guerrilheiros. Cabe aclarar, que esses casos foram descritos com a intenção de ilustrar este ponto, sem negar a possibilidade que existam outros estudos que possam reforçar essa ideia de forma mais específica.

Da maneira similar, Frey (2013, p. 86) expõe como as metrópoles da América Latina apresentam características socioeconômicas, físicas e, principalmente, políticas e institucionais que lhes distinguem do resto. Em termos gerais, as áreas metropolitanas da região carecem de uma estrutura institucional consolidada e adequada que garanta os arranjos de governança necessários para estimular a competitividade urbana, melhorar a qualidade de vida e manter a sustentabilidade ambiental. Além disso, as discussões sobre a governança estão monopolizadas por "preocupações com a optimização técnico-funcional do planejamento físico-territorial no âmbito de uma arquitetura sistêmica" (*Ibid.,* p. 87), enquanto nos Estados Unidos e na Europa desenvolve-se uma perspectiva multinível de governança flexível mais adequada para afrontar a complexidade das estruturas reticulais atuais.

Além disso, essa diferenciação interurbana não só é resultado da resistência particular. Ademais, dentro do sistema globalizado, a rede global de cidades, existe uma hierarquização das cidades, os nós, correlacionado com a sua competitividade no oferecimento de serviços de alto nível e com a capacidade de atração de investimento estrangeiro. Como indica De Mattos (2010, p. 10, tradução nossa), fatores como "o sistema jurídico e político, a estabilidade econômica, a facilidade para fazer negócios, o fluxo financeiro, o centro de negócios, a criação de conhecimento e fluxo de informações e, finalmente, habitabilidade" são avaliados para estabelecer níveis de importância das cidades de acordo com os objetivos do capitalismo global. Dentro desta hierarquia, as cidades da América Latina mantêm um *status* secundário comparado com cidades de Europa, Ásia e Estados Unidos.

Em conclusão, dentro do grande marco lógico e imposto da globalização e seus processos estruturais, a materialização resultante sobre o território, sobre as cidades, também irá depender fortemente de fatores locais. Nem as generalidades continentais ou nacionais são suficientes para interpretar ou analisar as diversas realidades territoriais.

Manter essa visão é um ponto de partida para este trabalho por conta das especificidades próprias de cada estudo de caso no qual possam ser aplicadas as TMD.

2.2 NOVAS REALIDADES URBANAS: AS REDES METROPOLITANAS.

Como foi mencionado, as mudanças estruturais provocadas pela globalização transformaram as dinâmicas urbanas e rurais, em especial, nas principais cidades e suas áreas periféricas (AVILA SÁNCHEZ, 2009). Esta seção aborda a tipologia surgida em torno destas mudanças, primeiro, a partir de uma perspectiva evolutiva das teorias e, em segundo lugar, desde as características próprias das redes urbanas da cidade pós-industrial.

2.2.1 Evolução urbana: desde o lugar até as redes.

Na metade do século XX, as cidades em geral começaram a seguir o modelo anglo-saxão de suburbanização caracterizado pelas periferias dormitório. Os anéis periféricos continuaram a expandir-se em forma de mancha de óleo durante as décadas seguintes (DEMATTEIS, 1998; MONCLÚS, 1998; NELLO, 1998). Durante este período, o suburbano manteve uma categoria qualitativa menor dentro da cidade como um todo.

> Na literatura especializada sobre as periferias urbanas entre 1950 e 1980, encontramos muitas definições mais ou menos explícitas, que correspondem a uma imagem em conjunto negativa. O critério lateral da posição topográfica (periferia entendida como parte da cidade que circunda o centro) é carregado de significados valorativos quando se torna na metáfora de dominação (o centro que decide e controla) e de dependência (a periferia que é passivamente estruturada em função do centro, hospedando aquilo que o centro rejeita) (DEMATTEIS, 1998, p. 31, tradução nossa).

No entanto, no final da década de 1960, ambos, os centros urbanos e suas periferias, entraram em um processo de declínio em sua taxa de crescimento; a ponto de experimentar uma fase de desurbanização. Berry (1976) denominou sob o nome de contraurbanização o processo de crescimento da população em centros urbanos menores e espaços rurais, paralelo à perda de população nas grandes cidades e nos seus raios de influência. Com base em dados estatísticos e estudos empíricos, este autor examina esta inversão do fluxo migratório para o caso dos Estados Unidos, sem analisar a profundidade as causas deste fenômeno. Da mesma forma, outras pesquisas realizadas em vários países europeus concordam sobre a presença deste declínio urbano dentro e fora do

mundo anglo-saxão (HALL, 1981; COURT, 1985; OGDEN, 1985; DEMATTEIS; PETSIMERIS, 1989 apud FERRÁS, 2007).

Diferente é o caso das metrópoles de América Latina, as quais começaram a aumentar sua população urbana de forma acelerada desde o ano 1925. As altas taxas de crescimento continuaram durante 50 anos para finalmente alcançar quase o mesmo nível de urbanização que o continente europeu. No entanto, esse crescimento demográfico não foi acompanhado com bem-estar para à população, aumentando o número de pobres da região. Na primeira metade de 1980, o total de pobres na América Latina acrescentou-se de 136 a 170 milhões, localizados quase na sua totalidade em cidades (LATTES, 1995). Desta forma, o modelo de urbanização de América Latina durante a segunda metade do século passado baseou-se em um processo de expansão das grandes metrópoles e de *periferização* da população mais pobre (CARRIÓN, 2001; ULTRAMARI; MOURA, 1994). Entende-se por periferização ao processo de segregação espacial da classe trabalhadora, afastada cada vez mais da área central das metrópoles. Esse processo está acompanhado pela presença de agentes imobiliários que fomentam a reprodução de loteamentos irregulares nas periferias urbanas, criando assim áreas para habitat marcadas pela escassez de serviços urbanos e equipamentos. Esse processo fomenta o crescimento acelerado e desordenado das franjas metropolitanas (VALLADARES, 1994).

Voltando à construção teórica redor da contraurbanização, até meados da década de 1980, os estudos deste processo basearam-se principalmente em investigações empíricas. No entanto, a partir deste momento foi outorgada maior importância à análise de suas causas e consequências. Assim, a contraurbanização enquadrou-se dentro de um processo de renascimento rural estimulado pela deterioração da qualidade de vida nas cidades e a descentralização das empresas e indústrias. Como resume a Tabela 2, Ferrás (2007) reúne as diferentes perspectivas que surgiram em torno deste processo em teorias que propõem desde um novo paradigma de crescimento urbano diferente ao experimentado durante a etapa industrial até a superação da dicotomia rural-urbana.

Da Tabela 2 é possível perceber a falta de consenso sobre a verdadeira dimensão e o significado do processo de contraurbanização. Na verdade, na década de 1990, diferentes pesquisas questionaram a continuidade do processo e ainda afirmaram que esta dinâmica tenha diminuído quantitativamente desde a metade da década de 1980 (Long; Deare, 1988; Plane, 1989 apud FERRÁS, 2007).

Tabela 2 – Teorias em torno do conceito da contraurbanização

Clean Break ou a ruptura com o passado.	Berry (1976), Vining e Kontuly (1978), e Fielding (1982) afirmam que o declive urbano não é um fenômeno temporal e sim um novo paradigma de crescimento urbano pós-industrial. A concentração demográfica não voltará graças aos avanços tecnológicos e as economias dos serviços.
*Spillove*r ou derramamento urbano.	Gordon (1979) não reconhece as afirmações da contraurbanização já que o declive urbano depende da escala geográfica de análise. Assegura a continuação do processo de suburbanização, mas ampliado para as áreas oficialmente rurais.
Os Ciclos Espaciais.	Hall (1981) e Van de Berg (1982, 1987) reconhecem o declive urbano e a desconcentração demográfica como fase transitória dentro de um modelo cíclico de desenvolvimento urbano. As quatro etapas que compõem esse ciclo são: Urbanização, Suburbanização, Desurbanização e Reurbanização.
O *Continuum* Rural-Urbano e a Urbanização do Campo.	Pahl (1966) e Clout (1976) justificam a superação da dicotomia rural-urbana desde um ponto de vista sociológico e, mais tarde, desde seu componente espacial. Diferenciação entre cidade e campo cada vez mais difusa devido à instalação física em área rural de atividades econômicas urbanas ou, indiretamente, através de movimentos pendulares da população *commuter*.
Modelo Cíclico (rural).	Lewis e Maund (1976) consideram a proposta anterior como simplista já que não inclui os atores locais do campo. Propõem um modelo evolutivo das comunidades rurais paralelo às dinâmicas urbanas. Os três estágios contemplados são: Despovoamento por deslocamento à cidade, Povoamento por crescimento demográfico e Repovoamento por fluxos desde a cidade.
Perspectiva Rural da Contraurbanização.	Cloke (1985) considera uma regeneração rural em áreas remotas (diferentes aos subúrbios) onde há processos de despovoamento e repovoamento. Agrega à contraurbanização fatores de atração do campo sobre a cidade como: mercado da terra e preço do solo, qualidade ambiental e qualidade da comunidade.

Fonte: Elaboração própria a partir de Berry (1976), Vining e Kontuly (1978), Fielding (1982), Gordon (1979), Hall (1981), Van De Berg (1982, 1987), Pahl (1966), Clout (1976), Lewis e Maund (1976), Cloke (1985) *apud* Ferras (2007)

Frente ao anterior, Dematteis (1998) explica que durante este período a desconcentração demográfica adotou uma fase mais seletiva por meio de duas dinâmicas demográficas justapostas e diferentes: a cidade difusa e periurbanização. Segundo o autor, a cidade difusa é uma forma de expansão urbana fora da área de influência dos grandes centros cuja estrutura baseia-se em assentamentos reticulares de densidade média. A cidade difusa apresenta uma morfologia característica de tecidos mistos residenciais e produtivos – industriais, agroindustrial, turismo – devido a características endógenas do lugar ou à descentralização metropolitana de raio amplo. Enquanto a periurbanização, trata-se da recuperação da polarização das cidades que se manifesta na dilatação progressiva dos anéis periféricos, ao longo das principais estradas de comunicação e acompanhada pela redução da população nas áreas centrais da cidade. Finalmente, Dematteis (1998, p. 21, tradução nossa) ressalta que "ali onde estes dois tipos somam-se, aparecem as áreas metropolitanas (monocêntricas ou policêntricas), ou

seja, os contextos territoriais favoráveis ao desenvolvimento de níveis industriais e terciários mais avançados".

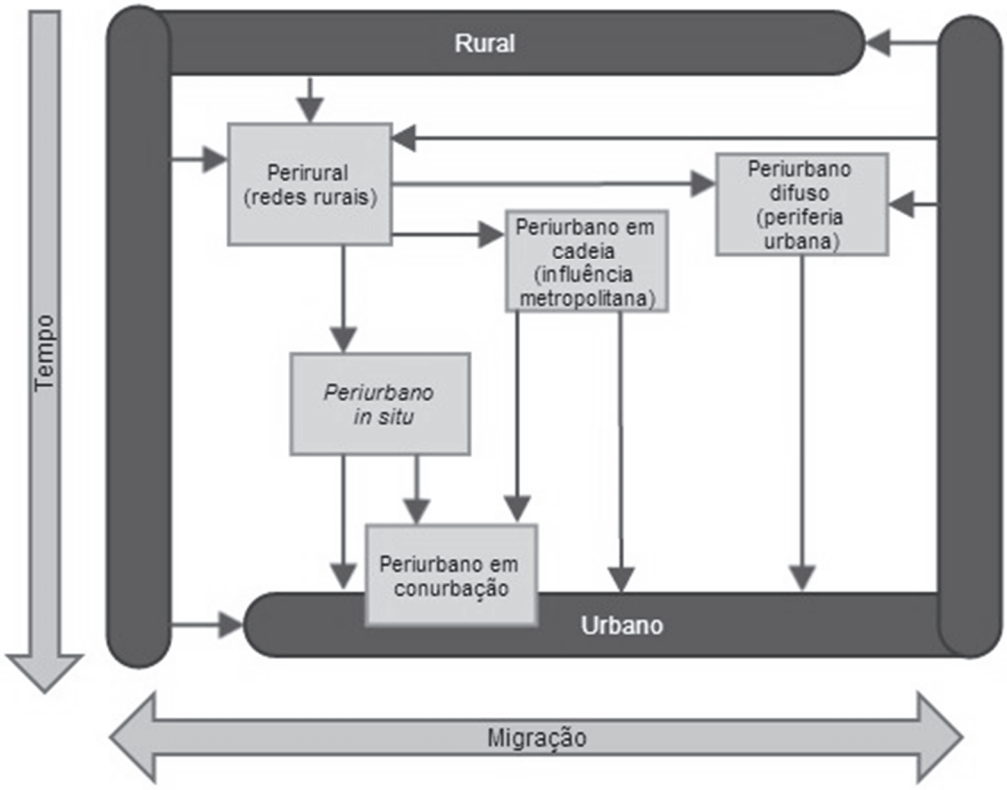
De forma similar, Nello (1998) afirma que, nas últimas quatro décadas do século passado, a cidade experimentou diferentes fases morfológicas e evolutivas: primeiro, do crescimento urbano tipo mancha de óleo à suburbanização. Depois, desde essas periferias metropolitanas mais ou menos densas deu-se passo à periurbanização, definida como a integração dos antigos núcleos rurais dentro das dinâmicas metropolitanas. E finalmente, uma rururbanização que consiste na difusão destas dinâmicas a zonas rurais bastante remotas. Desta forma, os centros rurais começaram a transformar-se adotando o modelo da cidade difusa. Ou seja, seguindo uma lógica de urbanização reticular que começa desafiar as tradicionais concepções do que era conhecido como o urbano e como o rural.

Neste sentido, Iaquinta e Drescher (2000) expõem que, mesmo com as especificidades de cada conteúdo, os termos periurbano, exurbano, *urban tract*, franja urbana, rururbano, semiurbano e incluso suburbano procuram reconhecer a complexidade destas novas formas de organização socioeconômica com orientação rural-urbana dupla. Assim, nestes novos âmbitos territoriais podem ser aplicáveis, dependendo de cada caso, indicadores como o tamanho e a densidade da população, a distribuição de atividades econômicas não agrícolas ou o sentido de pertinência sócio-psicológico ao urbano. No entanto e como mostra a Figura 3:

> O que não parece ser essencial para a definição do periurbano é a ‘proximidade à cidade'. O fato de que muitos 'lugares' periurbanos estarem perto da cidade é substancialmente importante e fundamental para a compreensão integral das áreas periurbanas, mas é incidental para uma compreensão elementar do periurbano. [...] A ‘proximidade à cidade' representa uma especificação adicional que permite distinguir entre os "tipos" de periurbano, não para definir o periurbano em primeiro lugar *(IAQUINTA e DRESCHER, 2000, p. 20, tradução nossa)*.

Efetivamente, a contribuição mais importante do termo periurbano é o reconhecimento de novos territórios onde indicadores qualitativos e quantitativos próprios do campo ou das cidades não se encaixam facilmente. Em outras palavras, a identificação tradicional do urbano baseada em limiares de população e em densidades relativas tem ficado praticamente obsoleta para a análise dessas áreas caracterizadas pelo seu dinamismo e constante transformação (NELLO, 1998).

Figura 3 – Tipologia do periurbano.



Fonte: adaptado de Iaquinta e Drescher (2000, p. 16).

Por essa razão, na literatura especializada existe consenso para dizer que o conceito do periurbano surgiu como resposta às limitações que a dicotomia urbano-rural tradicional tem para explicar a natureza mutável dessas novas áreas territoriais. (ALLEN, 2003; AVILA SÁNCHEZ, 2001, 2009; IAQUINTA; DRESCHER, 2000). Tal como agrega Ávila Sánchez (2001), as diferentes abordagens indicam uma transição desde a sociedade industrial para a pós-industrial, caracterizada por uma urbanização difusa. Em particular, na periferia urbana "sujeita a fortes mudanças no uso da terra em períodos muito curtos de tempo" (BIELZA e GONZÁLEZ, 2000, p. 989, tradução nossa).

Conforme mostrado na Tabela 3, as raízes deste fenômeno encontram-se nas mudanças estruturais do sistema econômico global e, portanto, sua presença é comum em muitas cidades do mundo. No entanto, existem particularidades de cada contexto, como é o caso da América Latina. Como continente emergente, a expansão acelerada das cidades é produto, também, da migração da população rural que encontrava nas periferias urbanas o espaço ideal para assentar-se, formal ou informalmente, devido ao baixo custo do solo (AVILA SÁNCHEZ, 2001).

Tabela 3 – Principais razões para a manifestação do fenômeno periurbano.

Históricas	Evolução da cidade em função da reestruturação econômica global.
Econômicas	A nova organização dos processos de produção e a aparição de novas atividades do setor informacional demandaram o uso de novos solos através de um novo modelo de localização empresarial, como aquele das grandes superfícies comerciais.
Infraestrutura	Construção de numerosas infraestruturas de transporte e comunicações que asseguraram a acessibilidade ao novo modelo organizacional e, que de maneira iterativa, geraram novos espaços urbanizados na periferia conectados a essa rede. Ao mesmo tempo, assistiu-se uma progressiva elevação nos padrões de qualidade urbana materializada na construção de infraestruturas de equipamentos na própria periferia, potencializando a aparição de *edge cities*.
Demográficas	O aumento da população e a diminuição do tamanho das famílias aumentaram o número de unidades familiares, estimulando uma grande demanda de novas moradias. Existem metrópoles que duplicaram seu parque imobiliário numa década.
Sociológicas	A vontade de mudança para entornos de maior qualidade ambiental, a adoção de um ou mais veículos por família e a melhoria do poder aquisitivo têm contribuído para dinamizar a demanda residencial de moradias unifamiliares no periurbano.
Urbanísticas	A decadência dos modelos urbanísticos dos *ensanches* e do urbanismo racionalista de Le Corbusier, seguido da degradação morfológica, ambiental e social das cidades têm sido outros fatores que permitiram o desenvolvimento das periferias urbanas. Somado também, as políticas urbanísticas mais harmônicas com a ordenação do território e a planificação da cidade dentro do contexto regional que aborda problemas gerados na crise do modelo metropolitano industrial.

Fonte: Adaptado de Bielza e González (2000)

A partir deste ponto, resulta necessário o uso de uma escala geográfica apropriada para evitar erros na avaliação da presença dos diferentes processos já mencionados. Como adverte Dematteis (1998), a contraurbanização ou a desurbanização somente é aplicável numa escala de análise de centenas de quilômetros, já que os paradigmas atuais permitem a formação de regiões ou sistemas urbanos funcionais em escalas geográficas de dezenas de quilômetros. Em outras palavras, os avanços tecnológicos em comunicações e transporte e a reestruturação econômica e produtiva permitem que os movimentos demográficos, tanto de deslocamentos pendulares diários como de mudança residencial, entre centros urbanos distantes tenham o mesmo significado que os deslocamentos entre bairros de um único centro urbano tinham no passado.

De fato, a nova geografia da globalização reestabeleceu a importância das cidades e regiões como articuladores chave para a economia global. Como explica Sassen (2005, p. 54), graças a grande evolução das TICS e a nova organização do aparato produtivo, as cidades globais ou as cidades-regiões globais, foram capazes de consolidar-se devido à centralização das funções de alto nível e ao aproveitamento das economias de aglomeração oferecidas nas grandes cidades.

> A transição neoindustrial tem gerado pela primeira vez na história da humanidade, umas mudanças demográficas, econômicas e territoriais, quantitativas e qualitativas, de difusão e hierarquização metropolitana ou de concentração descentralizada de forma simultânea na totalidade das grandes cidades do mundo, ou pelo menos em aqueles países integrados na chamada 'economia global' *(BIELZA e GONZÁLEZ, 2000, p. 992)*.

Sob a escala regional dos sistemas funcionais urbanos, adicionam Bielza e González (2000), além da periurbanização, a metropolização é a característica mais representativa das grandes cidades na atualidade. A metropolização é entendida pelos autores como uma dinâmica de sentido duplo: a concentração descentralizada, que é mais facilmente entendida quando se analisam os sistemas interurbano e intraurbano de forma separada. No primeiro caso, esse fenômeno é entendido como a concentração polarizada nos principais centros urbanos do crescimento demográfico e econômico. Quanto ao segundo caso, a metropolização é concebida como uma sutil hierarquização espacial da região urbana causada pela descentralização das funções. Ou seja, é possível distinguir, por um lado, o centro ou CBD que concentra os serviços mais avançados e, por outro lado, coroas e subcentros metropolitanos de grande dinamismo e crescimento que recebem funções menos qualificadas.

Com a conformação desses novos espaços descentralizados, as estruturas metropolitanas tornaram-se de caráter multipolar e disperso, chegando até à consolidação de subcentros tão accessíveis, atraentes e completos que permitiram a aparição das *Edge Cities*. Baseado nos casos das cidades dos Estados Unidos, Garreau (1992) identifica com esse conceito às dinâmicas de deslocamento da moradia, dos escritórios, das atividades produtivas, comerciais e de negócios e, em si, de todas as funções dos centros urbanos tradicionais para as margens exteriores das cidades, inclusive em áreas inicialmente rurais. Sua aparição foi fortemente estimulada pela construção da infraestrutura de transporte e da infraestrutura digital de alta capacidade que conectavam eficientemente os diferentes pólos, permitindo um desenvolvimento local refletido na capacidade da população para realizar as atividades sem a necessidade de se locomover e no crescimento usualmente superior aos dos antigos centros urbanos (GARCÍA PALOMARES, 2008; GARREAU, 1992).

Em conclusão, na transição para a cidade pós-industrial é evidente a multiplicidade de processos, sua complexidade e as diversas escalas nas quais se manifestam. Tanto assim que, apesar da base teórica exposta para cada um deles, resulta bastante

complicado definir as fronteiras espaciais, temporais ou temáticas que existem entre eles. Ou seja, pode-se afirmar o renascimento rural que rompe com o domínio dos processos surgidos desde as metrópoles, como exposto na Tabela 2, ou essas dinâmicas são a extensão dos raios de influência metropolitanos que se manifesta numa urbanização difusa e reticular? Ou ainda, processos como a periurbanização e a concentração descentralizada de metropolização são necessariamente independentes ou acontecem de forma justaposta e bidirecional?

Frente a estas questões pode ser retomada a afirmação de Dematteis (1998) que expõe que as áreas metropolitanas são aquelas onde acontecem de maneira simultânea os processos de periurbanização e de urbanização difusa. No entanto, esta declaração apenas reafirma a dificuldade de dissociação que apresentam os fenômenos urbanos estudados. Resulta tão difícil essa tarefa que, desde final do século passado, não há nenhum tipo de medição precisa que possa delimitar concretamente o que é uma cidade ou o que é o rural. Nem os critérios legais ou administrativos, nem os critérios funcionais, nem as estruturas socioeconômicas ou a continuidade do espaço construído são capazes de realizar essa tarefa. Pelo contrário, essas aproximações parecem dividir internamente as cidades com fronteiras econômicas, sociais e administrativas invisíveis. "O paradoxo é assim apresentado: a cidade sem confins é, ao mesmo tempo, a cidade dos confins" (NELLO, 1998, p. 20, tradução nossa).

Como consequência, esse novo modelo territorial, de cidades amplamente expandidas em espaços fragmentados e especializados, tem gerado novas dinâmicas de mobilidade, que junto aos sistemas de transporte, apresentam uma dialética recíproca e constante com a cidade que termina por modificar os comportamentos sociais e culturais da população. Como explica Garcia Palomares (2008), ainda com a formação de subcentros, o número de viagens, as distâncias e a velocidade de locomoção têm aumentado porque “as transformações sociais fazem necessário atingir um número maior de destinos para realizar uma variedade maior de atividades, mas que estão mais dispersos e afastados dos lares” (ibid., p. 7, tradução nossa).

Como mostrado na Tabela 4, os diversos processos urbanos surgidos com a globalização complicaram o modelo da mobilidade metropolitana. Dado a segmentação do trabalho e o espaço, existem assimetria e desequilíbrio nas opções que as pessoas têm para realizar suas atividades diárias. Neste sentido, pode-se falar de um grupo privilegiado que pode adquirir novas e melhores formas de transporte e residência e outro

grupo que depende de uma mobilidade forçada às decisões tomadas nos seus lugares de trabalho.

Tabela 4 – Mudanças no modelo de mobilidade no novo modelo territorial.

Descentralização industrial	A localização nas periferias aumentou a mobilidade no transporte de mercadoria, mas não modificou as dinâmicas de seus empregados. A carência de recursos para trocar de residência, usualmente afastadas dos centros, aumentou as distâncias e os tempos de viagens desta população.
Terceirização da produção	A criação de empresas-rede e a localização do terciário administrativo em (sub) centros estratégicos e com alta acessibilidade, manteve a atração de viagens nessas áreas. A construção de infraestrutura de transporte de alta capacidade permitiu que os empregados e clientes realizassem viagens mais longas (ou seja, morassem mais afastados) em tempos menores.
Divisão social de trabalho	Mudou-se o deslocamento de trabalhadores desde as áreas residências para os espaços industriais, usualmente em transporte público, por deslocamentos individuais e singulares em automóvel. No entanto, a segmentação do mercado laboral aprofundou a precariedade nas condições do pessoal não qualificado.
TIC: Substituição de viagens.	A conexão dos lares a ambientes laborais e educacionais permitiu a realização de atividades sem necessidade de se locomover.
TICS: Indução de viagens.	De forma indireta, viagens foram induzidos devido á flexibilidade de organização empresarial das TICS que permitiu a separação da linha produtiva, localizada nas periferias, e dos centros de gestão, localizados nos CBD. Tornando mais complexo o modelo de mobilidade nas áreas metropolitanas.
TICS: Complementação de viagens.	Desde a perspectiva da gestão, o uso de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) ajudaram no planejamento e controle das redes de trânsito urbano. Além disso, as TICS são utilizadas para o planejamento das viagens individuais.
Mudanças socioeconômicas e culturais	Diversos fatores aportaram para aumentar o número de viagens nas metrópoles: a inclusão das mulheres no mercado laboral, incremento do nível de renda em alguns setores crescentes, mudança na noção do tempo livre dedicado ao ócio, a procura de melhores condições meio ambientais e a mesma mobilidade como um fator de status social na sociedade de consumo atual.

Fonte: elaborado a partir de Garcia Palomares (2008)

Além disso, afirma Garcia Palomares (2008, p. 16, tradução nossa), “as relações entre forma urbana e mobilidade são evidentes desde o momento que a mobilidade define-se como consequência da ausência de equilíbrio na distribuição do uso do solo”. Para exemplificar essa afirmação, a Tabela 5 apresenta a relação que existe entre as densidades demográficas, o custo dos deslocamentos e o meio de transporte utilizado em diversas áreas urbanas do mundo. Essa tendência encontrada pode ser sustentada na extensão descontrolada e na fragmentação espacial que alguns espaços metropolitanos apresentam quando não articulam os planos de ordenamento territorial, a diversidade no uso de solo e os projetos de transporte público. Ainda mais quando existe

descontinuidade física entre as diferentes unidades territoriais que compõem uma área metropolitana (GARCÍA PALOMARES, 2008; NELLO, 1998).

Tabela 5 – Relações entre densidade urbana, modo e custo dos deslocamentos.

Áreas urbanas	Densidade (Hab/Ha)	% viagens a pé, bicicleta ou transporte público.	% custo de deslocamento (% PIB)
E.E.U.U., Canada, Austrália e Nova Zelândia.	18	15	12.7
Europa.	55	52	8.3
Japão, Hong Kong, Cingapura.	134	62	5.4

Fonte: Tomado de UITP apud Garcia Palomares (2008, p. 17).

Para finalizar, ressalta-se o papel que a gestão urbana pode adotar para o entendimento e controle dessa multiplicidade de processos que repercutem de forma desequilibrada na população metropolitana. Por isso, a próxima seção centra-se na compreensão da organização topológica que as áreas metropolitanas apresentam na atualidade, para depois explorar a tendência que seguem as pesquisas urbanas na procura de estratégias úteis para a gestão das cidades.

2.2.2 As redes urbanas na cidade pós-industrial.

Embora as conexões e a circulação de fluxos entre as cidades seja uma realidade urbana há bastante tempo, foi com a globalização que as redes urbanas iniciaram um acelerado processo de consolidação e multiplicação em diversas escalas geográficas. De acordo com Castells (1999, p. 40), a rede é a configuração topológica melhor adaptada à complexidade e ao poder criativo das interações baseadas nas novas tecnologias da informação. Graças à nova dinâmica social, econômica e política que as TICS têm gerado, as redes conseguiram materializar-se em todo tipo de processos, organizações e acordos, entre as quais as redes urbanas devem ser incluídas.

No entanto, antes de explorar a literatura referente às redes urbanas, se faz necessário estabelecer as diferenças entre o que é um sistema e o que é uma rede. Apesar do fato de que as duas configurações são compostas de elementos interconectados, nos sistemas, esses elementos tendem a possuir funções específicas e coordenadas para atingir um objetivo em comum, enquanto nas redes, seus elementos são independentes e podem trabalhar para alcançar objetivos próprios. A partir disso, quatro seriam as principais diferenças entre rede e sistema: a) os sistemas precisam funcionar, enquanto as redes não; (b) tanto os sistemas como as redes podem modificar

seus elementos sem alterar o resultado; no entanto a modificação das redes transforma qualitativamente a estrutura total da rede já que cada elemento nela é único; (c) os elementos de uma rede articulam-se e desarticulam-se de forma dinâmica e imprevisível, enquanto num sistema, sua relação é estabelecida antes de iniciar a operação; d) quando em um sistema, essas relações não ocorrem se produz um erro que pode afetar o resultado final; por outro lado, a condição mutável das articulações nas redes não permite a existência da noção de erro (KAUCHAKJE et al., 2006, p. 5).

As alterações territoriais descritas nas seções anteriores correspondem a uma transição na lógica da organização espacial da fase industrial anterior para a presente fase pós-industrial. A organização das áreas com relações de dominação entre o centro e a periferia foi gradualmente substituída por uma organização mais complexa, assimétrica, descontínua e estratificada, baseada em redes de natureza variada (VELTZ *apud* DE MATTOS, 2010, p. 8). Assim, a abertura das fronteiras nacionais, permitida pelas mudanças estruturais do sistema econômico e regulamentário mundial, deu lugar a uma arquitetura produtiva e financeira, estruturada em redes e nós. Estrategicamente, as grandes cidades-regiões consolidaram-se como os principais nós que permitem a circulação dos fluxos essenciais para a reprodução do sistema (MÉNDEZ, 2012, p. 797).

Como explica De Mattos (2010, p. 8), a formação de corporações transnacionais materializou-se na localização de filiais em um número crescente de cidades. Essas cidades constituíram-se nos lugares onde "se desenvolviam as principais funções da articulação da base econômica nacional respectiva com um número cada vez maior de circuitos globais".

Desta forma, formou-se um conjunto de cidades com base na lógica empresarial descentralizada e flexível que superou as limitações do modelo urbano clássico. Em outras palavras, essa relação entre as cidades e as empresas quebrou com o modelo industrial metropolitano. Afiançou-se uma nova divisão espacial do trabalho que trouxe consigo a especialização das economias locais e o aumento das relações horizontais entre cidades de uma mesma região: cooperação e alianças. As redes nacionais ou regionais tradicionais foram substituídas por um sistema internacional de cidade, no qual as urbes são membros de múltiplas redes ao mesmo tempo. Graças ao avanço das TICS, os pequenos e medianos centros urbanos também conseguiram acessar nessas redes internacionais (PRECEDO LEDO, 1996).

No entanto, esclarece Precedo Ledo (1996), as relações de dominação e dependência não foram substituídas, mas modificadas. Ou seja, apesar dos processos de

especialização funcional urbana ocorridos desde 1960, as centralidades de produção de serviços avançados continuaram conservando um patamar mais elevado que as periferias industriais. A nova organização espacial interna é reticular e ainda hierarquizada, mas de maneira diferente das fases anteriores. Esse autor propõe um processo evolutivo das redes urbanas, como segue:

1. O modelo clássico, caracterizado por relações de interdependência e complementaridade vertical em âmbito local ou regional. Nesse modelo, os centros de maior *ranking* ofereciam funções e serviços para os centros de categorização mais baixa. Era uma estrutura discreta, vertical e hierárquica definida, de maneira permanente, por fatores como o tamanho demográfico, o mercado de trabalho e a distância ao centro principal.
2. A fase industrial significou a primeira *flexibilização* do modelo clássico, já que permitiu a possibilidade de ascensão ou descida no *ranking* segundo fatores como mudanças estruturais na produção, custo no transporte de mercadorias, dinâmica demográfica, nível de renda e especialidade funcional. Assim, a rede urbana era um conjunto de nós que mantinha relações mais fortes com um determinado centro do que com outros, como supõe a teoria do lugar central. Nesse ponto já existiam relações de troca e complementaridade entre os pólos das redes.
3. Finalmente, a fase pós-industrial é marcada por relações intermetropolitanas, ou seja, a substituição de relações verticais por outras com caráter mais horizontal e flexível. Primeiro entre os pólos, para depois se expandir às cidades de menor *ranking.* Começa a existir aleatoriedade nos mecanismos que determinam a localização dentro do *ranking*, rompendo com a hierarquização discreta tradicional. A posição de uma cidade depende do tipo de atividade, tipo de empresas, especializações e funções dentro da rede e o nível de atração de investimentos necessários para competir no mercado. Além disso, entre as redes também se criou uma hierarquia de acordo com as funções que são fornecidas em comum e os diferentes meios que têm para se complementar. Essa hierarquia de redes é liderada pela rede mundial de cidades que está composta por cidades que conseguem fornecer todas as funções.

Além disso, numa escala metropolitana ou urbana, as cidades também podem ser interpretadas como conjuntos de nós internos que pertencem a redes diferentes, onde cada nó é integrado por meio de relações horizontais, mas mantém relações verticais de âmbito local, regional, nacional ou internacional. Ou seja, mesmo que uma cidade tenha um único mercado de trabalho ou um único mercado residencial, é a especialização de alguns nós, como os CBD, que permitem a conexão vertical. A partir desta visão, Precedo Ledo (1996) expõe três tipos de redes: primeiro, a rede monocêntrica aplicável a estruturas intraurbanas próprias do modelo clássico, onde há um único centro especializado do qual dependem as áreas de classificação mais baixa. Em segundo lugar, as redes policêntricas usuais em estruturas intraurbanas e interurbanas formadas por diversos nós locais com diferentes níveis e tipos de especialização. Entre esses nós existem relações de dominação e dependência, simétricas e assimétricas, que dependem das atividades de cada nó, da estrutura das empresas presentes e de seu contexto histórico particular. Finalmente, são apresentadas as redes equipotenciais onde nenhum nó exerce superioridade ou centralidade sobre os outros e onde a relação entre eles é completamente simétrica. O autor afirma que esse tipo de rede é completamente teórico.

Em síntese, é possível afirmar que o atual modelo metropolitano pós-industrial caracteriza-se pela complexidade e a flexibilidade que a configuração tipo rede permite entre seus membros, sejam municípios, atores, empresas ou instituições. Existe uma dialética contínua tanto no nível vertical como no horizontal representada em arranjos e fluxos que têm gerado novas apropriações do território, outorgando grande dinamismo e interesse aos espaços ainda não urbanizados das regiões metropolitanas. Neste ponto, o presente trabalho confere especial atenção à análise dos padrões que podem estar dirigindo os processos de crescimento em toda a região *Bogotá-Sabana*.

2.3 A MINERAÇÃO DE DADOS COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO METROPOLITANA.

Como exposto nas seções anteriores, a grande infraestrutura para a construção da sociedade atual e seus diferentes processos tem sido o desenvolvimento de tecnologias de informação. Desde a década de 1970, o paradigma da tecnologia da informação tem tido enorme impacto sobre as sociedades e seus territórios, em vários aspectos, incluindo a economia, a governança, a cultura, a mobilidade e os hábitos de consumo (MÉNDEZ e SÁNCHEZ MORAL, 2010, p. 136). Nesta seção, descrevem-se diferentes perspectivas surgidas no mundo acadêmico que permitem ver como a gestão urbana não é exceção

nesse processo. Finalmente, as técnicas de mineração de dados são introduzidas como uma ferramenta para aplicação em âmbitos da geografia e do urbanismo.

2.3.1 Gestão urbana na era da informação.

Como explica Castells (1999, p. 88 - 89), o desenvolvimento das TICS tem transformado e promovido o poder de inovação das atividades humanas, bem como a lógica de interligação que deu passo à formação da sociedade em rede. Por um lado, embora durante as fases anteriores também existisse o uso de tecnologias e produção de informação, atualmente elas são a matéria-prima da sociedade. O processamento de informações e aplicação do conhecimento gerado sobre a mesma tecnologia têm criado um circuito crescente de inovação. Por outro lado, as TICS têm impulsionado a consolidação das redes como a lógica de conexão melhor adaptada à complexidade dos processos atuais. Seu poder reside na capacidade de estruturar o "não estruturado" enquanto mantém a flexibilidade necessária para continuar promovendo o desenvolvimento inovador. Como já mencionado, as redes são caracterizadas pela sua possibilidade de reconfiguração e modificação, um atributo fundamental "em uma sociedade caracterizada pela constante mudança e fluidez organizacional" (*Ibid*., p. 88). Desse modo, a soma dessas duas situações tem resultado em uma das mais importantes propriedades do paradigma tecnológico: a convergência de diferentes trajetórias tecnológicas, que acharam nas TICS um ponto de encontro para que as diferentes linhas do conhecimento se complementem e evoluam em conjunto. Exemplo desta convergência é a evolução paralela das TICS, a tecnologia dos bancos de dados e o da mineração de dados (HAN, KAMBER e PEI, 2006).

Em conformidade com o exposto acima, nas últimas décadas diversos termos têm sido propostos para explicar os critérios-chave que se relacionam com a geração e uso da informação/conhecimento com o aumento de respostas inovadoras no âmbito urbano. Entre eles, vale mencionar a cidade informacional – *the informational city* – que enfoca o impacto que as TICS têm gerado na morfologia das relações internas e externas das cidades. A cidade da aprendizagem – *the learning city* – que presta maior atenção para a tendência de agrupamento dos setores inovadores, educacionais e governamentais em cidades ou regiões e como esses agrupamentos podem ser traduzidas em resultados tangíveis. Outros conceitos como a cidade inteligente – *the intelligent* city – e a cidade baseada no conhecimento – *the knowledge-based city* – aprofundam sobre a inter-relação entre a geração de conhecimento e o desenvolvimento urbano, e a definição de

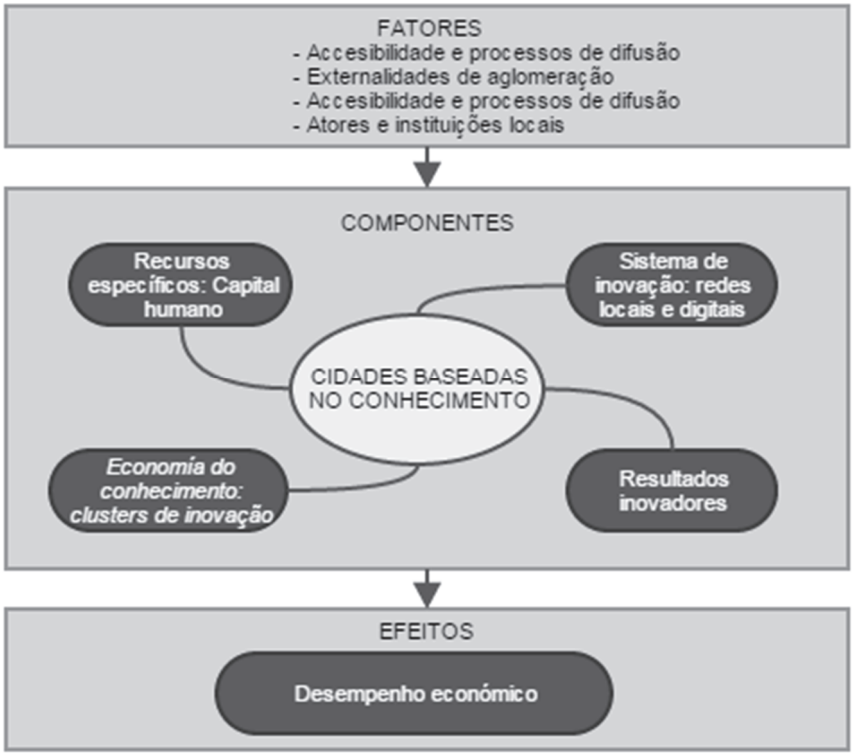
indicadores sociais e econômicos que permitam estabelecer o estágio das cidades frente a essa perspectiva. Além disso, existem outros termos popularizados nos últimos anos como cidades criativas – *the creative cities* – que se centram na influência que as classes sociais criativas têm sobre as novas dinâmicas de desenvolvimento urbano (MÉNDEZ e SÁNCHEZ MORAL, 2010, p. 138).

Sem a pretensão de detalhar a definição e a composição de cada um destes termos, sua análise superficial permite compreender o papel que a gestão urbana tem na era da informação. Por exemplo, para Mendéz e Sánchez Moral (2010), os quatro componentes que melhor definem o conceito de cidade de conhecimento são (ver Figura 4): (a) um conjunto de recursos para a geração e aplicação do conhecimento, em especial o capital humano, a educação e o mercado de emprego profissional e técnico. Além disso, a atração de capital humano flutuante tende a ser associada a fatores como a qualidade de vida, o ambiente laboral, o ambiente urbano e a diversidade cultural; (b) outro parâmetro característico deste tipo de cidade é ter estrutura econômica baseada em setores avançados como indústrias de alta tecnologia, indústrias de entretenimento e cultura e setores financeiros, de saúde e educacionais de alta qualidade; (c) também resulta importante ter um sistema de inovação baseado em redes de atores e *stakeholders* locais e regionais, bem como uma infraestrutura digital que permita a troca de informações entre eles para garantir a aplicação do conhecimento no setor privado e na administração pública; finalmente, (d) é necessário atingir resultados verificáveis e mensuráveis tanto em inovações econômicas como sociais. Por exemplo, a promoção da investigação, desenvolvimento tecnológico, troca de conhecimento e todo tipo de projetos inovadores tanto públicos como privados que permitam a melhoria do ambiente econômico e social das cidades.

Da mesma forma, outro conceito, construído a partir de componentes ou subsistemas pode ser os chamados territórios inteligentes. Como explicam Altuzarra Artola et al. (2008), um território inteligente é aquele que demostra uma capacidade de aprendizagem contínua que lhe permite aumentar e desenvolver de forma equilibrada os níveis de qualidade de vida nos subsistemas econômico, social e físico natural e construído. Esse modelo é uma visão que integra os três princípios básicos do desenvolvimento sustentável: o desenvolvimento econômico, a coesão social e o respeito ao meio ambiente. Como mostra na Figura 5, o triângulo estruturante do modelo é o território em si, já que o seu objetivo é estabelecer um ponto de encontro entre o

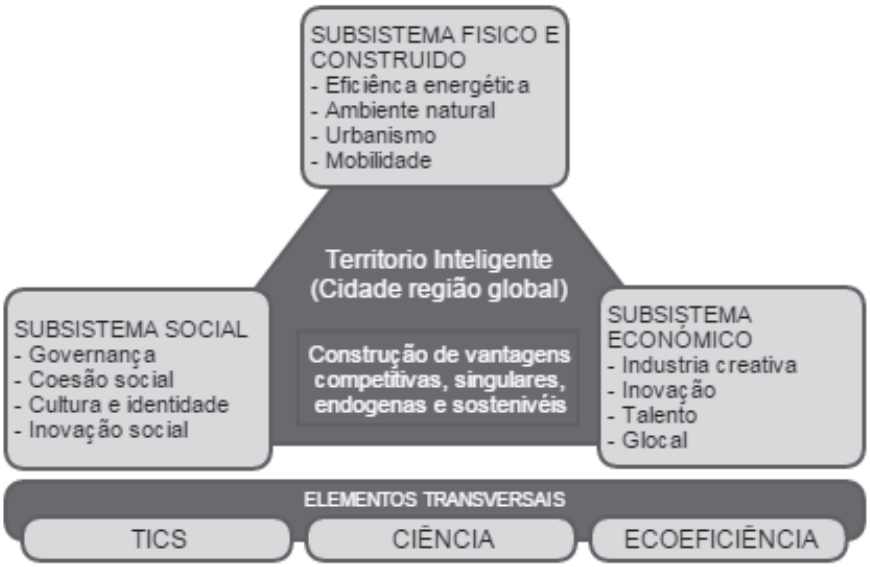
ordenamento do território urbano e desenvolvimento regional, como estratégia para superar as fronteiras políticas.

Figura 4 – A construção de uma cidade baseada no conhecimento, componentes e efeitos.



Fonte: adaptado de Méndez e Sánchez Moral (2010, p. 139).

Figura 5 – Arquitetura geral do modelo dos territórios inteligentes.



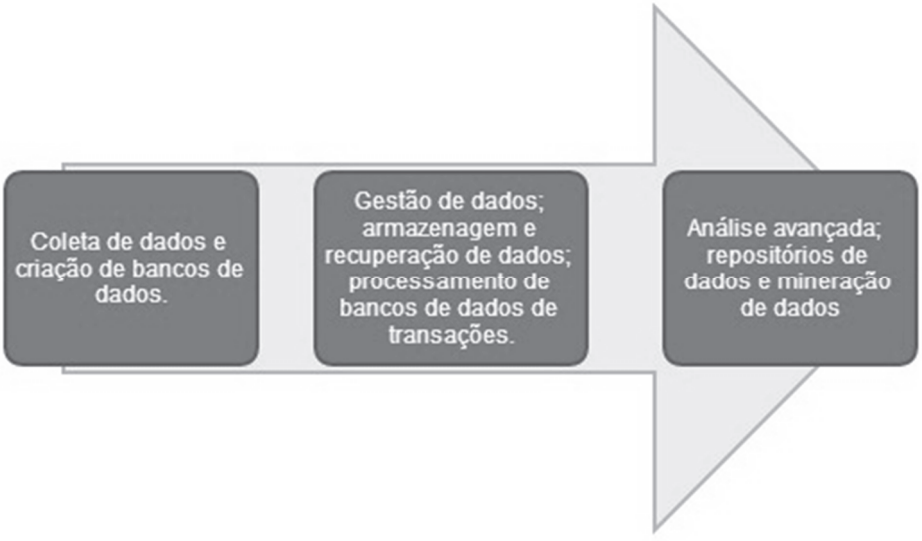
Fonte: Adaptado de Altuzarra Artola *et al*. (2008, p. 7).

Como pode ser percebido, os conceitos revisados mantêm uma estrutura complexa composta por subsistemas, que por sua vez são compostos de outros elementos. Isto é um reflexo da complexidade que hoje apresentam os processos nas cidades da globalização e da era da informação. Por tal razão, as soluções ou abordagens para sua gestão são baseadas em critérios como governança, redes de atores locais, redes digitais, inovação, eficiência energética, a utilização das TIC, urbanismo e, enfim, muitos outros termos comuns ao mundo da gestão urbana.

2.3.2 A mineração de dados e a descoberta de conhecimento.

Com a evolução da tecnologia da informação, também foi desenvolvida a tecnologia dos bancos de dados por causa, por um lado, do aumento na capacidade de gerar e armazenar grandes quantidades de dados e, por outro lado, a necessidade de gerar respostas e conhecimento útil a partir deles. Assim, desde 1960, as TICS e tecnologia dos bancos de dados "têm estado evoluindo sistematicamente desde sistemas primitivos para o processamento de arquivos até sofisticados e poderosos sistemas de banco de dados" (HAN, KAMBER e PEI, 2006, p. 3, tradução nossa). Como apresenta a Figura 6, esse processo evolutivo permitiu o surgimento da mineração de dados e o processo de descoberta de conhecimento.

Figura 6 – Resumo do processo evolutivo das tecnologias de bancos de dados.

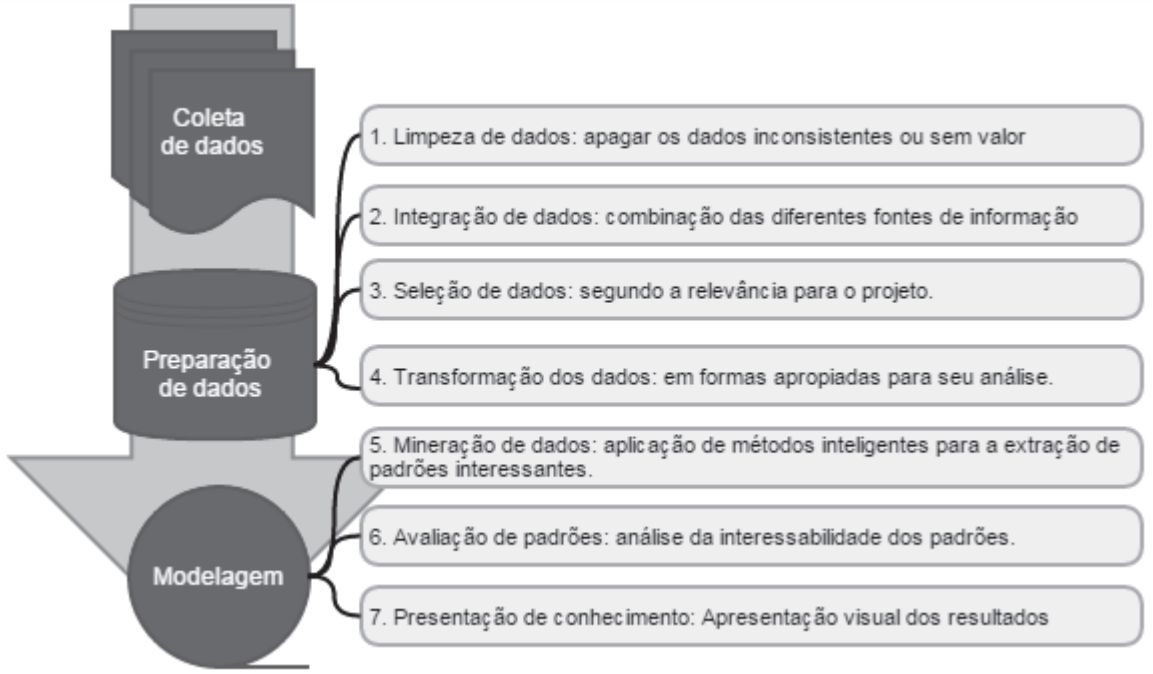


Fonte: elaboração própria a partir de Han, Kamber e Pei (2006).

De maneira simples, a mineração de dados refere-se à extração de conhecimento, ou melhor, à descoberta de conhecimento interessante a partir de grandes quantidades de

dados acumulados em bancos de dados. No entanto, a mineração de dados é apenas uma parte de um processo maior, mas a etapa mais importante já que revela padrões escondidos para sua análise (HAN, KAMBER e PEI, 2006, p. 7). De acordo com o processo descrito na Figura 7, a aplicação das técnicas de mineração de dados é o quinto de sete passos. Para Pyle (1999), esse procedimento pode ser simplificado em somente três etapas, a saber: coleta de dados, preparação dos dados e a modelagem. Segundo o autor, a preparação dos dados é a fase mais importante de qualquer projeto de mineração de dados. Os passos de limpeza, integração, seleção e transformação, pertencem à etapa de preparação. Deste modo, a mineração de dados e o processo de descoberta de conhecimento é um processo interativo entre todas as etapas já mencionadas.

Figura 7 – A descoberta de conhecimento como processo.



Fonte: elaboração própria a partir de Han, Kamber e Pei (2006) e Pyle (1999).

Desta forma, a aplicação de mineração de dados abrange um campo multidisciplinar de pesquisa que inclui a geografia, o planejamento urbano e a gestão urbana, entre muitos outros. Isto em virtude: a) da dificuldade de análise de amplas escalas geográficas e a complexidade dos processos territoriais; b) do esforço contínuo de agências governamentais, projetos científicos e entidades privadas para gerar informações; e c) do desenvolvimento de modernas técnicas para coletar dados, tais como o uso de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) ou pesquisas baseadas em serviços de localização na web (MENNIS e GUO, 2009). Como resultado, na literatura

científica se pode encontrar termos como *geographic data mining, spatial data mining e urban data mining*. Como descrevem Mennis e Gou (2009), o *spatial data mining* é um recente e muito ativo campo de pesquisa que procura desenvolver teorias e metodologias efetivas e eficientes para a extração de informação útil a partir de bancos de dados massivos. E assim, conseguir abordar fenômenos tão complexos como a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente ou as dinâmicas socioeconômicas nas cidades.

Especificamente, as técnicas de mineração de dados podem ser classificadas em duas categorias: por um lado, as técnicas descritivas que procuram caracterizar as propriedades gerais das variáveis numa base de dados; por outro lado, as técnicas preditivas que desenvolvem inferências dentro das bases de dados com o objetivo de predizer resultados (HAN; KAMBER; PEI, 2006). Entre as tarefas descritivas são destacadas a mineração de regras de associação que tentam descobrir regularidades entre itens de um banco de dados. Um problema usual com essa técnica é a geração de grande quantidade de regras esperadas ou comuns, por isso é necessário prestar atenção às descobertas realmente interessantes. Outra tarefa descritiva usual é a classificação não supervisada ou o agrupamento de dados, em inglês *clustering.* Essa técnica consiste em organizar os dados em grupos que tenham mais similaridade entre eles ao serem comparados com os outros grupos. Quando o agrupamento tem uma base espacial, como no caso de análises do clima, das paisagens ou das atividades econômicas de uma cidade, a tarefa é chamada de regionalização. O agrupamento também pode ser utilizado para a localização de eventos com alta frequência espacial ou *hotspots*, como a aparição de doenças ou os acidentes de trânsito (MENNIS e GUO, 2009).

Em relação às tarefas preditivas ou à classificação supervisada, o objetivo é criar um modelo que permita prever resultados a partir do conhecimento interno do banco de dados. Para isso é necessário um grupo de dados que permita o treinamento do modelo, outro grupo de dados para a sua validação e mais um que sirva para avaliar o desempenho do modelo. Entre as técnicas utilizadas para a predição são inclusas as árvores de decisão, as Redes Neurais Artificiais (RNA) e o método do vizinho mais próximo (MENNIS e GUO, 2009). Neste trabalho foram utilizadas algumas dessas técnicas de mineração de dados, sua descrição mais detalhada pode ser consultada no terceiro capítulo.

Tabela 6 – Exemplos de uso de TMD em pesquisas relacionadas à gestão urbana.

Autor	Escala geográfica	TMD utilizadas	Descrição
Souza (2004)	Urbana	• Análise de Componente Principal • Regionalização • Redes Neurais Artificiais • Regras de classificação	Estuda o problema de escorregamentos na cidade de Rio de Janeiro com dados entre 1998 e 2001. Complementado com parâmetros de solo e dos eventos meteorológicos, propõe modelos para predizer estes acidentes e auxiliar os sistemas de alertas existentes.
Cos Guerra (2007)	Regional	• Avaliação multicritério • Geoprocessamento	Estabelece uma metodologia para medir o nível de metropolização na área de Santander. 15 indicadores permitem definir quais municípios podem ser considerados como parte dessa região metropolitana.
Méndez e Sánchez Moral (2010)	Nacional	• Análise de correlação • Análise de Componente Principal • Análise de *Clusters*	Avaliam o estágio de 363 cidades espanholas frente ao conceito das cidades baseadas no conhecimento a partir de 12 indicadores. Excetuando as principais metrópoles, a maioria das cidades não podem ser consideradas dentro deste conceito.
Netto, Vargas e Saboya (2012),	Urbana	• Análise de correlação • Análise de *Clusters* • Análise de Componente Principal • Árvore hierárquica	Abordagem empírica em 24 áreas de Rio de Janeiro para identificar os efeitos da forma arquitetônica como condição da atividade social e econômica no espaço urbano. Finalmente, propõem os fundamentos de uma teoria probabilística dos efeitos da arquitetura na vitalidade urbana.
Bocarejo, Portilla e Pérez (2013).	Urbana	• Áreas de Calor	Analisa o impacto da implantação do sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) na cidade de Bogotá. A pesquisa conclui que existe uma alta relação entre a presença do sistema e o aumento da densidade, enquanto não é possível afirmar o mesmo para a variação no uso do solo.
Kusakabe e Asakura (2014)	Urbana	• Modelo classificador bayesiano simples	Estudam o comportamento das pessoas durante as viagens cotidianas formulando um modelo que permita predizer diferentes atributos da viagem, como o seu motivo. Um modelo é construído utilizando a informação de uma pesquisa de mobilidade, mas que pode ser alimentado com a informação gerada diariamente pelos sistemas inteligentes de cartão transporte.

Fonte: elaboração própria a partir de Souza (2004), Cos Guerra (2007), Méndez e Sánchez Moral (2010), Netto, Vargas e Saboya (2012), Bocarejo, Portilla e Pérez (2013) e Kusakabe e Asakura (2014).

Na prática, as técnicas de mineração de dados são utilizadas para analisar os fenômenos urbanos em múltiplas escalas. Tal como mostra a Tabela 6, múltiplas

pesquisas em lugares diferentes do mundo e enfocando-se em diferentes escalas geográficas, utilizam as TMD como ferramenta úteis para abordar as questões urbanas.

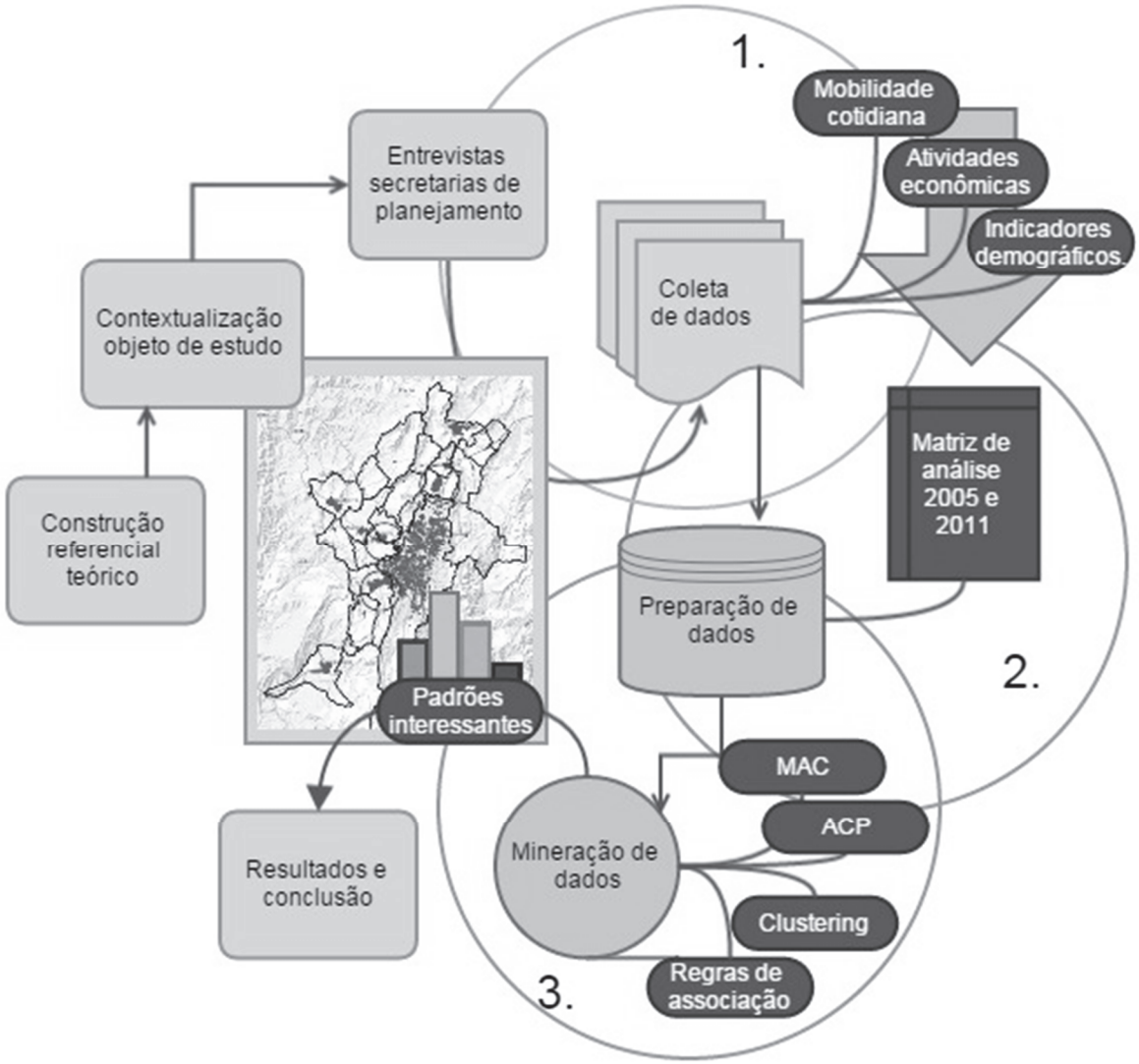
Desta maneira, a Tabela 6 parece apontar ao elevado potencial das TMD para serem aplicadas em tarefas de gestão urbana – monitoramento, controle, planejamento etc.- em diversos âmbitos territoriais e para múltiplos fenômenos urbanos. As diferentes linhas de estudo comprovam o interesse coletivo para desenvolver metodologias e métodos que sejam úteis na prática e permitam ter melhor conhecimento e administração das cidades.

Neste sentido, o presente estudo visa avaliar esse potencial no caso específico da gestão urbana. A análise é realizada a partir de um teste empírico utilizando como estudo de caso a região *Bogotá-Sabana*. Estudo de caso que pode servir de ponto de referência para a aplicação das TMD em regiões de características similares. No capítulo seguinte são expostos os procedimentos metodológicos para a aplicação dessa prova.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

No presente capítulo se descrevem a classificação, o método e o protocolo da pesquisa. Este protocolo é dividido em etapas começando pela construção do referencial teórico e da definição do objeto de estudo. Como apresenta a Figura 8, se estabelece também a metodologia adotada para o desenvolvimento de cada um dos objetivos específicos (representados mediante os números) incluindo a descrição das técnicas de mineração de dados empregadas. Finalmente, é apresentada a descrição dos critérios utilizados para delimitar o alcance espacial e temporal da pesquisa.

Figura 8 – Estrutura lógica da metodologia do estudo: objetivos específicos e atividades.



Fonte: Elaboração do autor

3.1 CLASSIFICAÇÃO E MÉTODO DA PESQUISA.

De forma geral, o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa de natureza aplicada já que procura gerar conhecimentos apropriados que possam ser utilizados na prática. Usualmente, esse tipo de estudo adota a forma de estudo de caso apoiado em levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que expliquem melhor o problema explorado (SILVA e MENEZES, 2005).

Segundo Yin (2001, p. 32), um estudo de caso é um método de pesquisa empírica que estuda um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os seus limites não estão claramente definidos. De fato, o método de estudo de caso é o mais apropriado quando é desejado responder perguntas do tipo 'como', quando o pesquisador não possui controle sobre os eventos e quando se concentra na análise de um acontecimento contemporâneo. Portanto, a presente pesquisa adota o método de estudo de caso para seu desenvolvimento.

3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA.

Para Silva e Menezes (2005), uma pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser traduzido em números para sua análise e classificação. Ademais, esse tipo de pesquisa também requer a utilização de recursos e técnicas estatísticas, tal como pode ser o caso da mineração de dados. Apesar de o estudo ser baseado principalmente em técnicas quantitativas, durante as primeiras etapas, os principais recursos utilizados foram a revisão de literatura, a revisão documental e o uso de entrevistas.

Em seguida, a Tabela 7 apresenta o protocolo de pesquisa que descreve as etapas, objetivos específicos e atividades que estruturam o presente estudo. Da mesma forma são identificados os resultados esperados de cada uma das etapas.

Tabela 7 – Protocolo de pesquisa

Etapa 1: Construção do referencial teórico.		
Compressão do contexto atual de abordagem do tema.		
Técnica: Pesquisa bibliográfica		
Variável	Dados	Fonte
▪ Globalização ▪ Cidade pós-industrial ▪ Gestão urbana ▪ Mineração de dados	▪ Conceitos, teorias e discussões sobre o assunto de estudo.	▪ Livros, artigos, teses e dissertações.
Resultado: Base teórica e conceitual para a fundamentação da pesquisa.		

Tabela 7 – Protocolo de pesquisa (continuação)

Etapa 2: Definição do objeto de estudo e limitação da abrangência.

Contextualização do estudo de caso, tendo em conta os pontos chaves identificados na etapa anterior.

Técnica: Pesquisa bibliográfica e documental

Variável	Dados	Fonte
▪ Região *Bogotá-Sabana*	▪ História e contexto atual da área de estudo. ▪ Pesquisas realizadas.	▪ Livros, artigos, teses e dissertações. ▪ Documentos oficiais das instituições governamentais.

Resultado: Recorte espacial, temporal e temático do objeto de estudo.

Etapa 3: Estudo de geração e aproveitamento de dados.

Objetivo específico 1. Comparar as condições que cada município apresenta frente à geração de dados e o aproveitamento de informação para o planejamento urbano e sua implicação no desenvolvimento de projetos baseados nas técnicas de mineração de dados.

Constructo: Geração de dados.

Técnica: Entrevista qualitativa semiestruturada

Variável	Dados	Fonte
▪ Diferenças na geração. ▪ Diferenças no uso.	▪ Tipo de dado e da fonte; ano de geração; segregação espacial. ▪ Uso de geoprocessamento; estudos realizados; aplicações práticas.	▪ Entrevistas qualitativas nas secretarias de planejamento de Bogotá, Chía, Funza, Mosquera, Soacha e Cundinamarca.

Resultado: Breve diagnóstico do estado da geração e uso de informação na gestão urbana das cidades objeto de estudo.

Etapa 4: Levantamento e preparação dos dados

Objetivo específico 2. Construir bases de dados comparáveis para dois recortes temporais distintos que incluam informação espacial relativa ao crescimento urbano e às dinâmicas cotidianas nas áreas de estudo.

Constructo: Base de dados.

Técnica: Preparação de dados para mineração de dados (PYLE, 1999).

Variável	Dados	Fonte
▪ Movimentos cotidianos motivo trabalho. ▪ Indicadores demográficos e socioeconômicos. ▪ Atividades Econômicas.	▪ Atração de viagens, Geração de viagens, Tempo de viagem; Distância de viagem; Distribuição modal; Custo de viagem. ▪ População total, taxa de crescimento, tamanho lar, tipo de trabalho, renda, densidade demográfica. ▪ Distribuição dos setores econômicos.	▪ *Secretaría Distrital de Planeación* (SDP), *Secretaría Distrital de Movilidad* (SDM), *Departamento Administrativo Nacional de Estadística* (DANE), *Cámara de Comercio de Bogotá (CCB)*, *Cámara de comercio de Facatativá* (CCF), entrevistas às Secretarias de planejamento.

Resultado: Bases de dados georreferenciadas para cada município e Unidade de Planejamento Zonal (UPZ) para os anos 2005 e 2011.

Tabela 7 – Protocolo de pesquisa (continuação)

Etapa 5: Processamento e análise de dados		
Objetivo específico 3. Aplicar as técnicas de mineração de dados para identificar padrões interessantes e relevantes ao crescimento urbano da região entre os recortes temporais definidos		
Constructo: Padrões interessantes.		
Técnica: Técnicas de mineração de dados		
Variável	Dados	Fonte
▪ Matriz de correlação. ▪ Análise de Componente Principal. ▪ Agrupamento (*Clustering*) ▪ Regras de associação	▪ Bases de dados 2005 e 2011	▪ Etapa anterior
Resultado: Aplicação das técnicas de *data mining* para cada uma das bases de dados e a comparação dos resultados, visando o descoberta de conhecimento interessante que possa ser aplicado na gestão urbana da área objeto de estudo.		

Fonte: Elaboração do autor.

3.3 ENTREVISTA QUALITATIVA.

Para desenvolver a etapa número três do protocolo de pesquisa (ver Tabela 7), adaptou-se um tipo de entrevista qualitativa semiestruturada. Qualitativa pelo seu caráter descritivo que visa descobrir o significado que os entrevistados dão ao tema pesquisado. A entrevista qualitativa é um método bastante adequado para indagar o que as pessoas sabem e como interpretam o que ocorre no seu entorno (OLIVEIRA et al., 2011, p. 486). A entrevista também foi definida como semiestruturada. Ou seja, uma entrevista que segue a ordem lógica de um roteiro que inclui os temas relevantes para o pesquisador. No entanto, permite certa flexibilidade para aprofundar em algum tópico se necessário. Este tipo de entrevista concede mais liberdade ao entrevistador e o entrevistado, e garante que todos os temas podem ser discutidos para recopilar toda a informação necessária (CORBETTA, 2007, p. 353).

Esse tipo de entrevista foi escolhido devido ao tipo de entrevistado que, por trabalhar em entidades oficiais, pode ser muito cauteloso nas suas respostas. Neste sentido, um questionário inalterável pode conduzir a respostas que indiquem sempre o bom trabalho destas instituições, limitando a comparação. Propor a entrevista como uma conversação gera mais liberdade e confiança para o entrevistado.

O roteiro da entrevista aplicada pode ser consultado no apêndice número um.

3.4 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS.

Como já foi explicado, as técnicas de mineração de dados podem ser classificadas em duas categorias: as técnicas descritivas ou exploratórias e as técnicas preditivas

(HAN; KAMBER; PEI, 2006). Para o desenvolvimento deste trabalho, são descritas as técnicas descritivas a utilizar: matriz de correlação, análise de componente principal (PCA), agrupamento de dados e regras de associação. Devido à alta complexidade que apresenta o tema de pesquisa e ao tempo disponível para sua realização, foram descartadas as tarefas preditivas que requerem da escolha de variáveis que possam explicar o fenômeno com bastante precisão e uma quantidade grande de dados que permitam formular um modelo preditivo, testar a eficiência do mesmo e, finalmente, aplicá-lo de forma prática. Neste sentido, os resultados esperados desta pesquisa podem servir também como a etapa inicial para a formulação de um modelo em uma pesquisa futura. Ou seja, esta pesquisa analisa o estudo do grau de correlação entre as variáveis e sua estrutura.

3.4.1 Matriz de Auto-Correlação e Análise de Componente Principal.

A Matriz de Auto-Correlação (MAC) apresenta o nível de relação linear entre duas ou mais variáveis através do coeficiente de correlação *Pearson r* ou o coeficiente produto momento de Pearson – em homenagem a seu inventor Karl Pearson. A correlação entre duas variáveis, *A* e *B*, pode adotar valores entre –1 e +1, interpretados da seguinte maneira: se r é maior que zero, significa que *A* e *B* estão correlacionados positivamente. Sempre que o valor de *r* for alto, maior será o nível de correlação. No entanto, um alto nível de correlação linear também pode significar redundância entre *A* e *B*, sugerindo a eliminação de umas das variáveis. Por outro lado, se o valor de *r* é zero, então *A* e *B* são variáveis independentes. E se o valor é inferior à zero, significa que *A* e *B* estão correlacionadas negativamente. Nota-se, no entanto, que a correlação não significa casualidade, ou seja, um valor alto de *r* não necessariamente significa que *A* é causal de *B* ou *vice-versa* (HAN; KAMBER; PEI, 2006; SOUZA, 2004). A linearidade procurada através do coeficiente *Pearson r* é mais esperada em variáveis contínuas. Para variáveis categóricas ou discretas, a correlação pode ser avaliada por meio do teste X^2 – *Chi square test* (HAN; KAMBER; PEI, 2006).

A Análise de Componente Principal – *Principal Component Analysis* – é um método de associação de variáveis correlacionadas a partir de um fator. A ACP permite localizar as variáveis, representadas por pontos, dentro de um gráfico de três eixos, ou de três fatores. Cada eixo deste gráfico pode ser girado sem mudar as posições relativas dos pontos uns aos outros, embora mudando a carga dos fatores. O objetivo dessa estratégia é interpretar mais facilmente a associação de variáveis segundo fatores de maior carga

entre algumas delas e com baixas cargas para outras (SOUZA, 2004). A identificação de componentes principais pode ser utilizada como *input* para regressões múltiplas e análises de *clusters.*

Dentro das estratégias de rotação, a mais popular é a rotação *Varima*x desenvolvida por Kaiser em 1958. De formas simples, esta estratégia supõe que cada fator tem um pequeno número de cargas altas e um grande número de cargas baixas ou zeros. Desta forma a interpretação é simplificada já que cada variável tende a associar-se com um único fator e cada fator agrupa um pequeno número de variáveis (ABDI, 2003).

3.4.2 Agrupamento de dados.

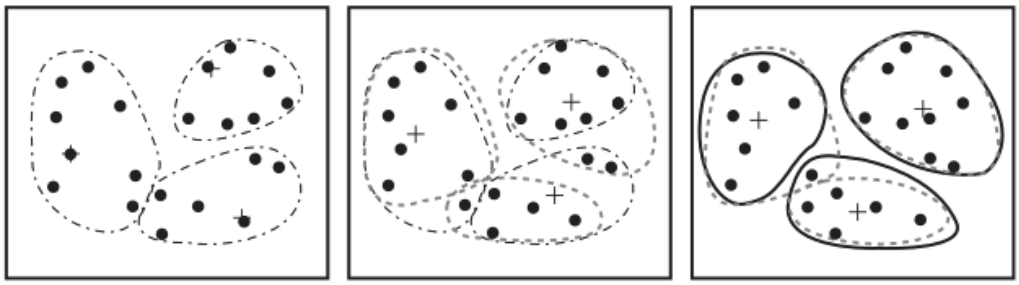
O agrupamento de dados ou *Clustering* consiste em um processo de agrupamento de objetos dentro de classes ou *clusters*. Cada classe é composta por objetos ou dados que apresentam alta similaridade quando comparados entre eles e baixa similaridade quando comparados com objetos de outras classes. Como uma técnica de mineração de dados, a análise dos *clusters* pode resultar em maior conhecimento sobre padrões de distribuição e correlações interessantes entre dados, ou também pode servir para observar as principais características de cada classe quando é planejado gerar um modelo preditivo. Uma das principais vantagens desta técnica é que pode trabalhar com diferentes tipos de atributos como dados binários, nominais ou categóricos, dados ordinários ou mistura entre esses tipos. No entanto, as unidades de medida das variáveis podem afetar seu desempenho, por isso é recomendável padronizar as medidas para que todas as variáveis tenham o mesmo peso (HAN; KAMBER; PEI, 2006).

Entre os métodos de agrupamento encontram-se os métodos hierárquicos e os métodos de repartição. No primeiro grupo, se destaca a árvore de agrupamento ou *dendrograma* que utiliza as dissimilaridades ou distâncias entre objetos para formar as classes. Quando os dados contêm uma clara estrutura em termos de sua similaridade, essa estrutura é refletida em uma arvore hierárquica que agrupa as classes em ramificações distintas. A maneira mais popular e adequada para calcular as distâncias entre objetos em um espaço multidimensional é por meio do cálculo das distâncias Euclidianas, embora existam outros métodos bem conhecidos como as distâncias Manhattan (HAN; KAMBER; PEI, 2006; SOUZA, 2004).

Entre os métodos de repartição, o mais conhecido é a técnica baseada no centroide: o método *k-means.* Esse método divide um grupo de *n* objetos em *k* classes de forma tal que a similaridade intra-classes seja alta e a similaridade inter-classes seja

baixa. É um processo iterativo que, primeiro, agrupa aleatoriamente os objetos em k classes. A partir deste ponto, calcula o valor médio para cada classe e reorganiza os objetos segundo sua distância com esse valor, procurando sempre a classe mais similar (HAN; KAMBER; PEI, 2006; SOUZA, 2004). O processo continua até que a função critério converge tal como exemplifica a Figura 9.

Figura 9 – Representação do algoritmo *k-means*



Fonte: tomado de Han, Kamber e Pei (2006, p. 43).

3.4.3 Regras de associação.

A mineração de regras de associação procura relações interessantes entre os itens de um banco de dados. As regras são compostas por o antecedente (*A*), o consequente (*C*), o suporte da regra (*s%*), a confiança da regra (*c%*), o valor suporte da regra expresso em número de vezes que ocorre A ou C (*s*), e o número de vezes em que os dois itens A e C ocorrem simultaneamente (*s'*). Usualmente, as regras são apresentadas da seguinte forma:

Rule n:
"Se" A "então" C
(s% c% s s')

O suporte e a confiança das regras são indicadores da utilidade e da certeza das regras descobertas, respectivamente. O valor de *s%* significa a porcentagem de registros de um determinado valor de *A* nos quais também ocorreu *C*. Por outro lado, *c%* significa a porcentagem dos registros com valor *C* que ocorreram pela presença de um valor determinado de *A* (SOUZA, 2004).

Neste sentido, as regras são consideradas interessantes se elas satisfazem um limiar de suporte mínimo e um limiar de confiança mínima. Porém, já que muitas das regras que cumprem esse requisito são associações esperadas ou óbvias, é necessário

realizar avaliações extras como a *Análise de Interessabilidade.* Esse procedimento classifica a *interessabilidad*e de uma regra a partir de medidas subjetivas e objetivas. Dentro do primeiro grupo, as principais medidas subjetivas são: (i) a *Inesperanilidade*, ou seja, regras desconhecidas pelo usuário ou que contradizem o conhecimento prévio do usuário, e (ii) a *Acionabilidade,* a saber, regras que podem ser utilizadas em alguma atividade que produza benefício. Quando essas medidas são combinadas, as regras podem ser classificadas dentro das três categorias resultantes: inesperadas e acionáveis; inesperadas, mas não acionáveis; e acionáveis, mas esperadas (SOUZA, 2004).

Por outra parte, as medidas objetivas visam analisar a estrutura das regras, seu desempenho preditivo e a significância estatística, baseado principalmente nos valores do suporte e a confiança. Desta forma, a *Análise de Interessabilidade* é um procedimento interativo e iterativo que precisa estar suportado no conhecimento e domínio sob o tema pesquisado (SOUZA, 2004).

3.5 ABRANGÊNCIA DA INVESTIGAÇÃO.

A Tabela 8 apresenta a abrangência temática, espacial e temporal do presente estudo. Também se detalha os critérios utilizados para determinar essa limitação. A localização espacial é apresentada na próxima seção: a contextualização do caso de estudo.

Tabela 8 – Abrangência temática, espacial e temporal do estudo.

Tipo abrangência	Limites	Critério
Temática	▪ Crescimento demográfico. ▪ Movimentos cotidianos. ▪ Distribuição atividades econômicas.	▪ Redistribuição das atividades econômicas como fenômeno da cidade pós-industrial: descentralização da indústria e a terceirização do pólo municipal (MÉNDEZ, 2012) ▪ Afetação deste deslocamento laboral sobre a mobilidade nas metrópoles (GARCÍA PALOMARES, 2008).
Espacial	▪ Bogotá (UPZ) ▪ Soacha ▪ Chía ▪ Funza ▪ Mosquera	▪ Municípios imediatos a Bogotá. ▪ Maior nível de metropolização tanto em movimentos estruturais como movimentos cotidianos (ALFONSO, 2010). ▪ Inclusos em projetos regionais de transporte público: Transmilenio e trem metropolitano (em planejamento). Cota e La Calera não estão inclusos nestes projetos (ver **Error! Reference source not found.**).
Temporal	Anos de avaliação: 2005 e 2011	▪ Disponibilidade de dados: pesquisas de mobilidade 2005 e 2011.

Fonte: Elaboração própria.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO: A REGIÃO BOGOTÁ-*SABANA*.

A região *Bogotá-Sabana* foi escolhida como o estudo de caso para a avaliação das TMD como ferramentas para a gestão urbana por três razões principais. Primeiro, sua similaridade contextual com outras regiões metropolitanas do continente que permite que a pesquisa possa ser útil além das particularidades do AMB. Como muitas das capitais dos países de América Latina (DE MATTOS, 2010), Bogotá é o centro histórico, econômico e demográfico e o principal articulador da economia colombiana com as redes mundiais. Como consequência, é susceptível a experimentar os desequilíbrios territoriais da globalização (MÉNDEZ, 2012). Segundo, o desafio que representa o contexto particular do estudo de caso. A área de influência metropolitana de Bogotá expande-se a mais de 20 municípios da *Sabana.* A população de Bogotá e estes municípios é diariamente afetada pelas tensões metropolitanas sem a intervenção de instituições legais que possam coordenar e administrar de forma adequada os processos de crescimento da região. Terceiro, pela disponibilidade de informação necessária para qualquer projeto de mineração de dados. As diferentes pesquisas realizadas na região permitem propor dois recortes temporais para a análise da evolução do crescimento metropolitano. Ou seja, nesta pesquisa não é produzido nenhum dado primário, todos os indicadores utilizados são dados secundários, gerados por instituições oficiais. Decisão adotada com o objetivo de poder concluir sobre o possível uso das TMD dentro da conjuntura das instituições governamentais responsáveis da gestão da região.

Neste sentido, o objetivo do presente capítulo é contextualizar a região *Bogotá-Sabana* dentro do seu âmbito metropolitano para gerar um maior entendimento sobre o tema. Para isso, são abordadas as características demográficas e socioeconômicas, a história que mais tem influenciado a conjuntura metropolitana e o nível de metropolização atual da região. Inicialmente, cabe lançar luz à estrutura político-administrativa da Colômbia e da região estudada para evitar confusões. É importante ressaltar que a Colômbia está dividida em 32 *Departamentos*, governados desde suas respectivas capitais como é o caso de Bogotá, a capital do *Departamento de Cundinamarca*. Os Departamentos estão divididos em *Municípios*, cada um deles governado por um prefeito. Porém, por ter um regime especial, Bogotá não é propriamente um município já que não depende da *Gobernación de Cundinamarca*. Como Distrito Capital, Bogotá se relaciona diretamente com o governo nacional. Os demais municípios que integram a região da *Sabana* fazem parte do *Departamento de Cundinamarca*. Por último, Bogotá

administrativamente está dividida em 20 *localidades* que, para seu planejamento, estão divididas em Unidades de Planejamento Zonal (UPZ).

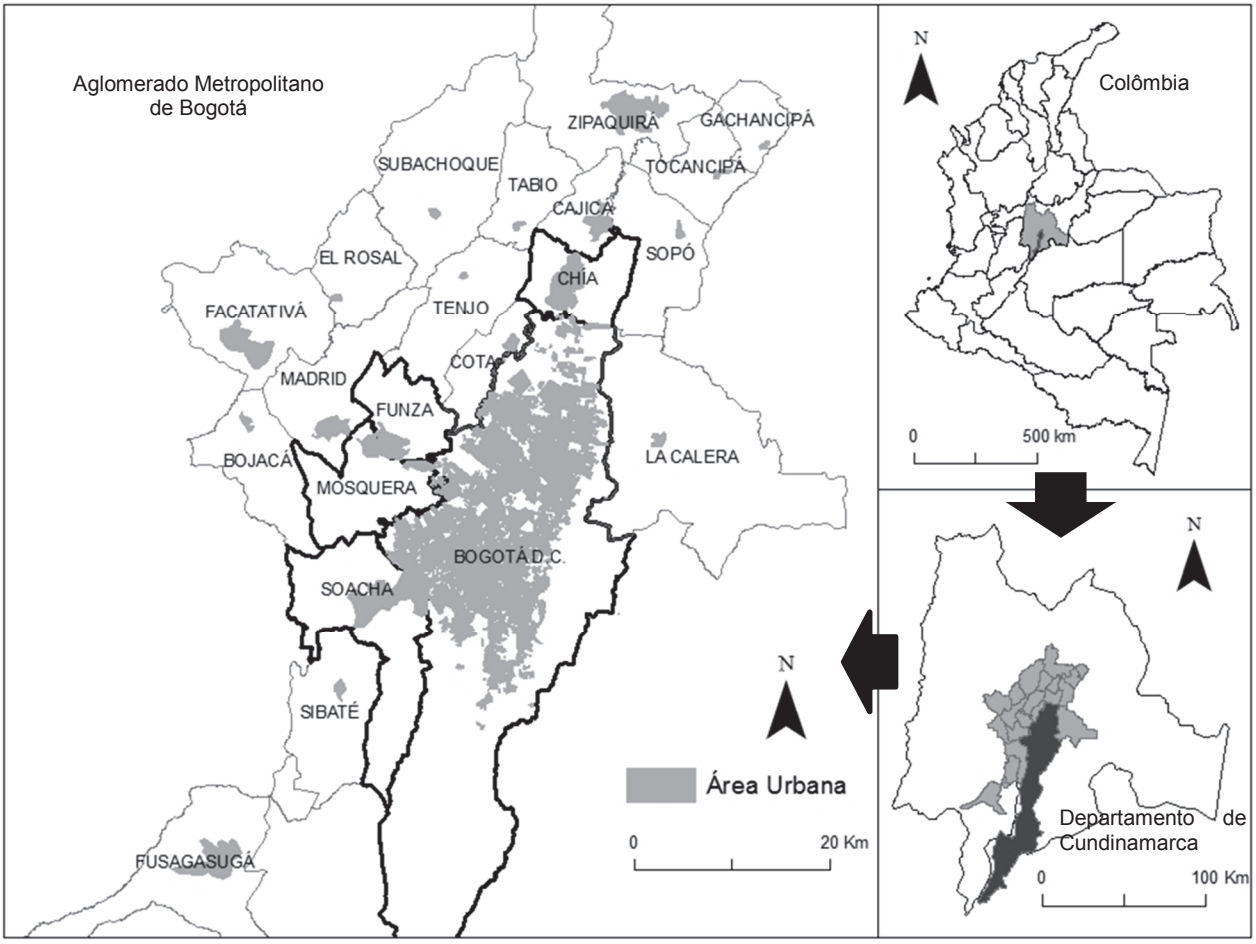
4.1 CARACTERIZAÇÃO DE BOGOTÁ E DA REGIÃO *SABANA*.

Bogotá é o principal centro urbano, econômico e político da Colômbia. Sua influência metropolitana expande-se para mais de uma dúzia de municípios na savana de Bogotá. No entanto, aquela que poderia ser chamada de região metropolitana de Bogotá não existe administrativamente. Também não há uma limitação exata de suas fronteiras, nem desde a academia, nem desde as instituições públicas. Tanto assim que o número de municípios inclusos nas diferentes abordagens pode variar até em dez municípios (ALFONSO, 2010; CARVAJAL, 2011; WESSELS; PARDO; BOCAREJO, 2012). Por esta razão e para o avanço deste estudo, foi adotada a definição do mais recente POT de Bogotá, publicado em 2013. De acordo com este documento, a escala de relações metropolitanas é composta por 20 municípios, além da capital, como mostrado na Figura 10. Neste documento, esse agrupamento de municípios será identificado como o Aglomerado Metropolitano de Bogotá ou a região Bogotá-*Sabana*. Na Figura 10 é possível ver como mancha urbana da região se expande para o norte pelo município de Chía, para o oeste pelos municípios de Funza e Mosquera e para o sul pelo município de Soacha. A expansão não tem continuidade no Leste da cidade, onde se localiza o centro histórico e o CBD de Bogotá, devido à cadeia montanhosa ilustrada na Figura 11.

Atualmente, a cidade de Bogotá concentra mais de 15% da população do país, com aproximadamente 7.700.000 habitantes em 2014. Os outros municípios do AMB aportam cerca de 1.500.000 habitantes, dos quais Soacha representa 30% deste valor (DANE, 2010b). Sua proximidade com a cidade, tem tornado Soacha um pólo de atração de população e crescimento. De acordo com um relatório do PNUD (2012), entre os anos de 1998 e 2011, Soacha recebeu 41% da população deslocada pelo conflito armado do total recebido pelo Departamento de Cundinamarca – excluindo Bogotá. Desta forma, só para o ano de 2011, mais de 900 pessoas entraram nesta cidade.

Por outro lado, entre os anos de 1993 e 2005, a população de Bogotá aumentou um 26,4%, enquanto outros municípios aumentaram sua população um 55% aproximadamente (SDP, 2011a). Se continuar com as tendências recentes de crescimento, a AMB ultrapassará a linha dos 10 milhões de habitantes antes do ano 2020, razão pela qual poderia ser considerada uma megacidade (WESSELS; PARDO; BOCAREJO, 2012).

Figura 10 – Localização da área de estudo.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 11 – Centro de Bogotá e a cadeia montanhosa do leste da cidade.

Fonte: Página *Colombia Politics*[1].

Quanto à distribuição urbana e rural, Bogotá concentra 99% da sua população em 25% do seu território. Isto é consequência de uma estratégia para o abastecimento de

[1] Disponível em <http://www.colombia-politics.com/take-pride-in-bogota/> acesso em Ago. 2014.

água da cidade a partir da região de Sumapaz, rica em recursos hídricos. Aproximadamente 75.700 hectares daquela região pertencem a Bogotá, o que representa o 42% de sua área total. Por sua parte, os municípios com maior porcentagem de área urbana são Funza (14,7%), Soacha (12%) Mosquera (9,8%), Sibaté (14,8%), Fusagasugá (6,3%), Chía (8,2%), Facatativá (3,6%), e Zipaquirá (3,5%). Nos demais municípios, a área urbana representa 98% ou mais do território (SDP, 2011a).

Em termos econômicos, Bogotá representa a aproximadamente 1/4 do PIB nacional. Em 2009, essa contribuição para o PIB baseou-se principalmente no desenvolvimento do terceiro setor: serviços financeiros, seguros, atividades imobiliárias, serviços para empresas e serviços sociais, totalizando 65,3% do PIB de Bogotá. As outras atividades econômicas mais representativas para a cidade são: comércio com 14.1%, indústria 12,5% e construção 7,8%. Enquanto isso, os demais membros da AMB contribuíram cerca de 3% do PIB nacional no mesmo ano. Dos quais, Soacha, Madrid, Facatativá, Zipaquirá e Funza, com uma economia baseada na atividade agrícola e industrial, representaram os maiores aportes (SDP, 2011a).

Para finalizar a caracterização, outro indicador interessante, no caso especial para os municípios circunvizinhos a Bogotá, é o custo da terra. Como pode ser observado na Tabela 9, para o ano de 2008 o município com o maior valor por m^2 é Chia, localizada ao norte da cidade, enquanto os municípios do sul e do leste, Soacha e La Calera, apenas superam pouco mais de um quarto do valor de Chia. Por outro lado, os municípios do oeste da cidade, Cota, Mosquera e Funza mantêm seus valores em cerca de metade deste valor referência (SDP, 2011a). Esse fato pode estar altamente relacionado com o alto nível de segregação sócio-espacial de Bogotá, que se estende desde um sul pobre, desorganizado e de assentamentos informais (ver Figura 12); para um norte rico, com melhor qualidade de vida e de meio ambiente. Por essa razão, o município de Chía é conhecido pelo desenvolvimento de projetos de amplos condomínios fechados e pela presença de clubes sociais em áreas campestres.

Tabela 9 – Valor do solo nos municípios circunvizinhos de Bogotá.

Município	Valor real 2005 (COP/m2)	Valor real 2008 (COP/m2)	Variação real 2005/2008 (%)
Soacha	17.833	58.325	48,4
Cota	29.600	95.596	47,8
Mosquera	29.375	78.952	39,0
Chía	75.000	196.313	37,8
La Calera	25.000	55.480	30,4
Funza	41.500	90.688	29,7

Fonte: Elaborado a partir de SDP (2011, p. 29).

Figura 12 – Tipo de crescimento urbano de Bogotá, Soacha e Mosquera entre 1950 e 2000.

Fonte: Elaborado a partir de DPU (2006, p. 53).

4.2 PROCESSO HISTÓRICO E CONTEXTO ATUAL DAS RELAÇÕES METROPOLITANAS.

Desde 1950, a AMB apresentou um acelerado processo de crescimento físico e demográfico, impulsionado principalmente pela consolidação do setor industrial e comercial que estimulou a migração rural-urbana. Eventualmente, vastos setores urbanos

foram ocupados para atender a demanda de habitação tanto de maneira formal como informal. Desta forma, o crescimento da região Bogotá-*Sabana* não é caracterizado por ter obedecido a um padrão planejado, mas pelo contrário, tem sido estimulado por uma dinâmica caótica da ocupação de áreas de elevado valor ecológico e de marginalização de amplos setores da sociedade (PRECIADO BELTRÁN, 2009).

Nesta mesma década, se inicia a mais relevante história nas relações de Bogotá com municípios próximos. Até essa data, em termos legais, Bogotá era considerada como qualquer outro município do país apesar de seu notável e diferenciado desenvolvimento. Essa situação permitiu a formulação de diversas normas que procuravam um regime especial para a Capital da República, culminando na formação do *Distrito Especial de Bogotá* em 1954, durante a presidência militar do General Gustavo Rojas Pinilla. Desta forma, o Decreto 3640 estabeleceu que Bogotá não pertencesse ao regime regular municipal, enquanto o decreto 3463 facultou ao *Concejo Administrativo de Cundinamarca* a fixação dos limites do município de Bogotá, podendo excluir, adicionar ou segregar municípios para melhorar o desenvolvimento da Capital (PECHA Q. et al., 2011).

Como resultado, os territórios dos municípios de Fontibón, Bosa, Usme, Suba, Usaquén e Engativá perderam sua autonomia e foram anexados ao município de Bogotá. Para 1968, foi organizada a estrutura administrativa da cidade com a divisão do Distrito Especial de Bogotá em 16 Prefeituras Menores – atualmente chamadas como *Localidades* – incluindo os municípios anteriormente integrados. Só desde 1986, o prefeito de Bogotá é escolhido em eleições populares, e é sua responsabilidade designar aos perfeitos menores (das localidades). Finalmente, foi em 1991, ano de publicação da atual Constituição colombiana, que se estabeleceu o Distrito Capital de Bogotá, com regime político, administrativo e fiscal especial, como capital nacional e, ao mesmo tempo, capital departamental (PECHA Q. et al., 2011).

Como consequência desses eventos descritos, em especial, pela perda de autonomia dos seis municípios que hoje são localidades de Bogotá, na atualidade existe incerteza por parte dos governos municipais frente aos possíveis arranjos metropolitanos e ao poder central do Prefeito de Bogotá. De acordo com Frey (2013), apesar da existência de legislação que possibilita a formação de acordos metropolitanos, o caráter monocêntrico das propostas da capital e a vontade dos municípios para manter sua autonomia, têm gerado um desequilíbrio nas relações de poder político e econômico na região Bogotá-*Sabana*. Por esta razão, atualmente não existe instituição alguma que possa direcionar os projetos ou gerenciar as questões supramunicipais, como podem ser

a prestação de serviços públicos, a execução de projetos de infraestrutura ou a gestão do transporte (FREY, 2013; WESSELS; PARDO; BOCAREJO, 2012). Neste sentido, resulta necessário que o município pólo adote:

> "um papel fundamental tanto na promoção de confiança intermunicipal e de articulação intergovernamental como em relação à inclusão da sociedade no processo de integração regional, como fatores cruciais de êxito." (FREY, 2013, p. 95)

Assim, a maioria das tentativas de parceria realizadas nas últimas cinco décadas fracassaram devido à perspectiva unilateral por meio da qual o tema é abordado. Entre as exceções cabe destacar a *Mesa de Planeamiento Regional Bogotá-Cundinamarca* (MPRBC) de 2001 e o *Concejo Regional de Competitividad de Bogotá-Cundinamarca* de 2002. A primeira foi uma iniciativa do prefeito de Bogotá, do governador de Cundinamarca e do diretor da *Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca* (CAR), órgão de controle ambiental, para a promoção do desenvolvimento econômico e o aumento da competitividade através do reforço das relações entre Bogotá e o *Departamento*. Também teve apoio do Centro das Nações Unidas para o Desenvolvimento Regional (UNCRD) e do governo nacional, através da direção de planeamento nacional, para tratar de questões tais como ordenamento do território na região. Porém, a parceria não atingiu resultados concretos porque os seus projetos não foram aprovados por parte do Tribunal Constitucional e, também, porque não existia real envolvimento da sociedade civil como ator de pressão na tomada de decisões. O segundo caso, o Conselho Regional de Competitividade de Bogotá-Cundinamarca, foi um processo de articulação das corporações do setor produtivo da Capital e o Departamento. Como resultado principal das suas atividades, foi formulado o plano estratégico regional de exportação que procurava o crescimento desta atividade para impactar positivamente a internacionalização das empresas e melhorar a qualidade de vida da população (FREY, 2013, p. 90-93).

4.3 METROPOLIZAÇÃO E A NECESSIDADE DE UMA GESTÃO INOVADORA.

Baseado nos resultados do Censo Nacional de 2005, Alfonso (2010) analisa o nível de metropolização que a região Bogotá-*Sabana* apresenta tanto em movimentos migratórios como em movimentos cotidianos. Segundo o autor, a mudança residencial da população é o melhor indicador estrutural deste fenômeno devido à relação entre a

industrialização das periferias e a saída de população dos núcleos urbanos. Por outro lado, as interações cotidianas servem para advertir o caminho territorial de expansão dos pólos metropolitanos e o nível de complementariedade de atividades que apresentam os centros de menor hierarquia.

Neste sentido, a área estudada resulta ser a bacia migratória mais dinâmica do país, já que tanto Bogotá como a região *Sabana* apresentam saldos migratórios positivos quando comparados com os movimentos da população no *Departamento de Cundinamarca* e no país. Tanto assim que o município de Soacha apresenta maior crescimento urbano que as demais cidades do país. Quanto às relações internas da região, o autor calcula o 'índice de metropolização' que "indica em princípio a proporção de migrantes do núcleo urbano principal a um centro secundário de sua área de influência imediata sobre o total de residentes desse último" (ALFONSO, 2010, p. 10, tradução nossa). Sob um valor máximo de 1, os municípios que apresentam maior índice são aqueles mais próximos à cidade: Mosquera (0,805), Soacha (0,724), Funza (0,526) e Chía (0,485); enquanto os municípios considerados subpolos econômicos regionais mantêm valores baixos: Facatativá (0,221) e Zipaquirá (0,148).

Além disso, esses seis municípios mencionados são aqueles que mantêm maior quantidade de viagens cotidianas com Bogotá, tanto para trabalhar como para estudar. Tal como pode ser observado na Tabela 10, é evidente a grande interação existente entre Soacha e Bogotá. Alfonso (2010) explica que os deslocamentos com motivo trabalho representam 46,8% da mobilidade cotidiana de toda a região *Bogotá-Sabana*.

Tabela 10 – Municípios da região *Sabana* com maiores movimentos cotidianos em relação com Bogotá, 2005.

Município	Trabalho			Estudo			Total
	Origem	Destino	Saldo	Origem	Destino	Saldo	
Soacha	68.331	4.475	(63.856)	17.255	950	(16.305)	(80.161)
Mosquera	7.381	2.837	(4.554)	2.545	406	(2.139)	(6.683)
Chía	9.172	4.875	(4.297)	6.536	5.172	(1.364)	(5.661)
Funza	5.400	2.801	(2.599)	2.137	135	(2.002)	(4.601)
Zipaquirá	3.104	1.502	(1.602)	2.550	11	(2.539)	(4.141)
Facatativá	3.517	2.404	(1.113)	2.234	264	(1.970)	(3.083)

Fonte: Elaboração própria a partir de Alfonso (2010, p. 15).

Segundo a descrição detalhada até aqui, é possível afirmar que a gestão da região *Bogotá-Sabana* encontra-se em um estágio de atraso respeito ao avanço dos processos de metropolização e dos desafios que eles supõem. É justificada a procura de respostas

inovadoras que se adequem da melhor maneira às características próprias das redes metropolitanas: estrutura flexível, relações mais horizontais do que verticais, presença de atores que transitam entre várias escalas geográficas, entre outros (PRECEDO LEDO, 1996).

Neste sentido, novos instrumentos de gestão podem ser estimulados para superar os traumas governamentais do passado e melhorar as condições de vida da população da região. Tanto no nível de políticas públicas, com estruturas de governança que equilibrem o poder político entre os atores e incitem a participação e o sentido de pertinência da população, como no nível técnico com a inclusão de tecnologias que possam ajudar a atingir objetivos de sustentabilidade e de desenvolvimento humano.

Por tal motivo, a presente pesquisa visa elucidar este ponto a partir da aplicação das técnicas de mineração de dados. Primeiro, com um diagnóstico do estado das relações interinstitucionais dos entes de governo involucrados na geração de informação para o planejamento urbano. Seguido por um teste empírico das TMD utilizando bancos de dados já gerados por esses entes. Nesta pesquisa não é produzido nenhum dado primário, todos os indicadores utilizados são dados secundários, gerados por instituições oficiais. Essa decisão foi adotada com o objetivo de poder concluir sobre o possível uso das TMD dentro da conjuntura das instituições governamentais responsáveis da gestão da região.

5 RESULTADOS.

O presente capítulo contém a aplicação empírica das TMD para sua avaliação como uma ferramenta útil para a gestão urbana. Primeiro, apresenta-se as observações resultado das visitas aos escritórios de planejamento e a descrição dos bancos de dados coletados. Depois, descreve-se uma análise preliminar do crescimento urbano do estudo de caso e, finalmente, a aplicação empírica da mineração de dados é descrita desde a preparação e processamento dos dados até a análise dos resultados.

5.1 RELAÇÕES INTERURBANAS AO REDOR DA GESTÃO DE INFORMAÇÃO.

O pessoal dos escritórios de planejamento do *Departamento* de Cundinamarca e dos municípios de Chía, Funza, Mosquera e Soacha foram entrevistados para elucidar os procedimentos habituais utilizados para a geração informação, como esta é aplicada e como são as relações interurbanas no intercâmbio de dados. No caso de Bogotá, não foi possível realizar uma entrevista formal, mas toda petição de informação foi respondida oportunamente. Ademais, as questões aqui exploradas são mais facilmente respondidas para a capital colombiana, já que as secretarias distritais, os entes privados e as entidades nacionais publicam com frequência informação e estudos atualizados.

Devido à sua importância no contexto nacional e regional e às problemáticas locais que apresenta, sobre Bogotá existe uma permanente investigação por parte de diferentes atores públicos e privados. Respeito às questões abordadas no presente estudo, a maior limitação da informação gerada para Bogotá é o nível de segregação espacial dos dados que geralmente corresponde às localidades e não às UPZ. Por outra parte, as novas práticas dos governos para promover a transparência de suas gestões frente à cidadania têm criado espaços físicos e virtuais para o aceso tanto de publicações como de bancos de dados sem tratamento. Por suposto, sem violar a privacidade dos entrevistados nas diferentes pesquisas. Esse é o caso do *Archivo Nacional de Datos* do DANE no qual podem ser consultados, por exemplo, os bancos de dados da pesquisa *multi-propósito* de Bogotá 2011 ou da pesquisa de qualidade de vida de Bogotá 2007, entre muitos outros. Por parte da prefeitura de Bogotá, podem ser citados a *Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital* (IDECA) que permite o aceso à informação geográfica da cidade e o *Sistema de Consulta de Información Estadística* da *Secretaría Distrital de Planeación* (SDP).

De forma contrária ocorre nos demais municípios que não são foco de atenção de pesquisa e cuja informação disponível em internet limita-se a estatísticas gerais

desatualizadas. Além disso, a maioria dos produtos das entidades nacionais e entes privados tratam as questões do *Departamento* em sua totalidade ou em sub-regiões, chamadas *provincias*, que agrupam vários municípios para facilitar sua administração. O município de Chía é agrupado com mais dez municípios na *provincia Sabana Centro*; Funza e Mosquera são acompanhados por mais seis municípios na *provincia Sabana Occidente*; e Soacha é apenas agrupado com mais um município na *provincia Soacha*.

Essa situação produz que os centros de documentação e informação sobre os municípios sejam cada uma das secretarias de governo municipal. A principal motivação para gerar informação por parte das prefeituras é a formulação do POT e do plano de desenvolvimento. O POT deve ser realizado com uma frequência máxima de doze anos e deve incluir a classificação do solo (urbano, rural e de expansão urbana), a limitação de áreas de proteção ambiental e de áreas de risco e as projeções de serviços públicos e sistemas rodoviários (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2004). Por outra parte, o plano de desenvolvimento refere-se ao plano de governo de cada administração, por isso sua periocidade é de quatro anos. Este deve partir do diagnóstico de quatro dimensões do município: demografia (crescimento, migração etc.), economia (produção, emprego etc.), social (serviços públicos, educação, recreação etc.) e ambiental (natural e construído).

Para a formulação destes planos, os municípios possuem quatro níveis de geração ou consulta de informação. Primeiro, de maneira interna por parte das diferentes secretarias e das empresas de serviços públicos. Segundo, com apoio do governo de Cundinamarca. No entanto, esse apoio é principalmente destinado aos municípios menores que não apresentam a capacidade econômica e técnica dos municípios incluídos na presente pesquisa. Terceiro, por médio de acordos econômicos com entidades nacionais. Dentro desse grupo, as principais fontes são o DANE, o *Instituto Geográfico Agustín Codazzi* (IGAC) e os diferentes Ministérios da Presidência da República. A capacidade de resposta destas entidades é limitada devido ao número total de municípios do país, por isso a informação é atualizada com baixa frequência. Por exemplo, o último censo de população nacional foi realizado no ano 2005. Finalmente, o quarto tipo de fonte é a compra de informação de entidades privadas como as câmaras de comércio.

Por outra parte, das relações entre os diferentes entes territoriais para o intercâmbio de informação o mais relevante é que não existe nenhuma instância onde ocorra tal processo. Ainda mais, dentro de cada governo municipal não existe uma articulação contínua que possa permitir saber qual informação existe de forma imediata. Ou seja,

segundo o âmbito de trabalho, cada secretaria ocupa-se de gerar a informação que requer de maneira individual e que só estaria disponível para as outras secretarias quando solicitada. Não existe um único centro de documentação que se encarregue de categorizar, atualizar e disponibilizar a informação.

Da mesma maneira, essa situação pode ser extrapolada a nível *departamental*. Porém, existe um esforço por parte da secretaria de planejamento de Cundinamarca para unificar critérios e assim poder apoiar de forma mais efetiva aos municípios. Entre os resultados encontram-se a formulação das diretrizes para a geração de cartografia, a realização do estudo de áreas de riscos, a criação dos mapas de cobertura vegetal, a articulação dos mapas POT, entre outros.

Tabela 11 – Vantagens e desvantagens identificadas frente à geração de dados

Cidade	Vantagens	Desvantagens
Bogotá	▪ Dados gerados com maior frequência, não sujeitos a formulação de planos. ▪ Boa disponibilidade dos dados ao público geral. ▪ Independência técnica.	▪ Segregação espacial dos dados limitada a localidades. ▪ Carência de estratégias adequadas para articular a região metropolitana. ▪ Ausência de instrumentos inovadores para a geração de informação. ▪ Baixa articulação com os municípios circunvizinhos.
Cundinamarca	▪ Apoio na gestão de informação dos munícipios.	▪ Maior presença em municípios menores, que não fazem parte da região Bogotá-*Sabana*.
Soacha	▪ Independência técnica frente ao departamento. ▪ Incluída em pesquisas realizadas pela prefeitura de Bogotá e outros entes. ▪ Compartilha *provincia* com só um município menor.	▪ Dependência das instituições nacionais. ▪ Baixa frequência de geração de dados. ▪ Informação indisponível e desatualizada ▪ Baixa articulação com Bogotá.
Chía, Funza e Mosquera.	▪ Independência técnica frente ao departamento.	▪ Dependência das instituições nacionais. ▪ Baixa frequência de geração de dados, limitada a formulação de planos. ▪ Informação indisponível e desatualizada ▪ Baixa articulação com Bogotá e entre eles, especialmente a conurbação Funza e Mosquera. ▪ Usualmente agrupadas dentro de *provincias.*
Região Bogotá – Sabana.	▪ Inclusão dos municípios nas novas pesquisas realizadas em Bogotá.	▪ Não existe uma rede de intercâmbio de informação. ▪ Baixa disponibilidade de informação para o público.

Fonte: Elaboração própria

Em suma, a dispersão da informação útil para o planejamento entre múltiplas instituições confirma a falta de integração na área de estudo. Ao mesmo tempo, causa que a coleta de dados seja uma tarefa dispendiosa, inclusive dentro das instituições de

cada governo local. Devido à sua importância, a cidade de Bogotá apresenta vantagens frente aos municípios, como maior frequência na geração de dados e melhor disponibilidade da informação ao público (ver Tabela 11), gerando desequilíbrio na região. Porém, existem esforços para reverter essa situação como é a inclusão dos municípios da *Sabana* na pesquisa de mobilidade de Bogotá 2011 e na futura pesquisa *multi-propósito* de Bogotá.

5.2 DESCRIÇÃO DOS BANCOS DE DADOS COLETADOS.

Em todo projeto de mineração de dados, o primeiro passo necessário é a agregação de dados relevantes ao fenômeno estudado (SOUZA, 2014). Por essa razão, quatro tipos de variáveis relacionadas ao crescimento metropolitano foram selecionados: indicadores demográficos, indicadores socioeconômicos, indicadores de mobilidade cotidiana e a distribuição espacial das atividades econômicas. A Tabela 12 descreve os dados coletados segundo o tipo de variável e a fonte.

Tabela 12 – Descrição dos dados coletados

Tipo de variável	Dados	Fonte
▪ Indicadores demográficos.	▪ População total, taxa de crescimento, Densidade populacional.	▪ (DANE, 2010b)
▪ Indicadores socioeconômicos	Tamanho do lar, renda, estrato[2], nível educativo, tipo de trabalho.	(SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, 2005; SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, 2011).
▪ Movimentos cotidianos motivo trabalho.	▪ Atração de viagens, geração de viagens, tempo de viagem; distância de viagem; distribuição modal; custo de viagem.	▪ (SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, 2005; SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, 2011).
▪ Atividades Econômicas.	▪ Distribuição dos setores econômicos.	▪ Secretarias de planejamento.

Fonte: Elaboração própria.

Dentro dos dados coletados, destacam-se as pesquisas de mobilidade do ano 2005 e do ano 2011. Elas consistem em entrevistas feitas em lares de Bogotá e nos municípios próximos, onde foram indagadas questões e características para quatro tipos de objetos de estudo: o lar, as pessoas, os veículos do lar e as viagens das pessoas. Para o ano 2005, foram entrevistados mais de 20.000 lares e mais de 70.000 pessoas desses lares (SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, 2005). Já para o ano 2011, o número

[2] Na Colômbia, as áreas urbanas estão divididas em estratos socioeconômicos que permitem a diferenciação dos custos dos serviços públicos. Os estratos 1, 2 e 3 estão caraterizados por população de baixa capacidade de pago e que recebe subsídios para o pago dos serviços. Os estratos 5 e 6, com melhor nível de renda pagam custos extras para poder subsidiar. Por último, o estrato 4 nem recebe subsídios nem paga custos extras.

de lares entrevistados superou os 15.000 lares, incluindo desta forma mais de 58.000 pessoas (SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, 2011).

Os demais dados coletados têm como nível mínimo de segregação espacial os municípios e as UPZ, no caso de Bogotá. Ou seja, são dados gerais para as subáreas e não possuem o nível de detalhe das pesquisas de mobilidade.

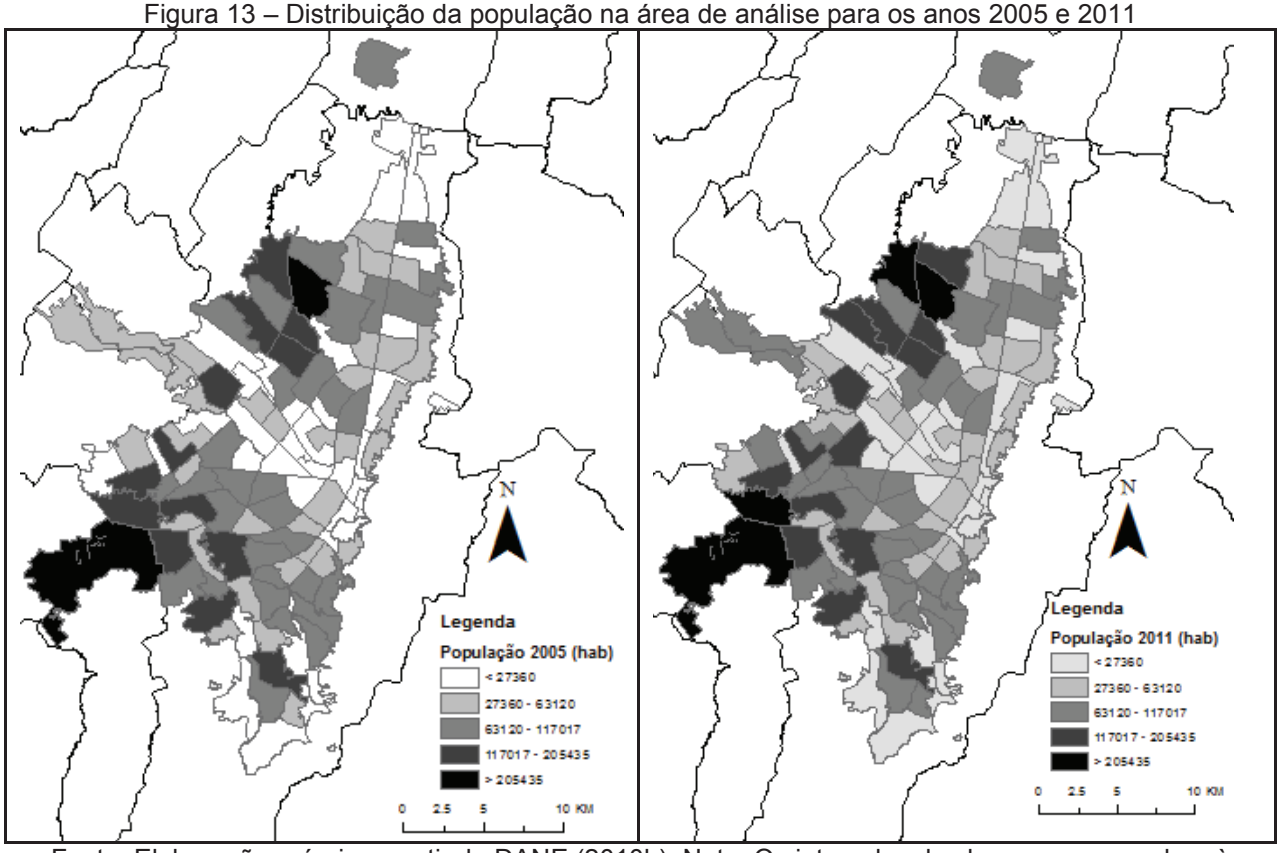
5.3 EVOLUÇÃO DO CRESCIMENTO URBANO NA REGIÃO BOGOTÁ-*SABANA*.

Para avaliar a utilidade prática das técnicas de mineração de dados como ferramenta da gestão metropolitana, o crescimento urbano da região Bogotá-*Sabana* foi escolhido como critério de investigação devido às complexas tensões e às aceleradas dinâmicas demográficas perceptíveis desde a última década (ver capitulo 4). Por tal motivo, o passo seguinte à preparação dos dados é a realização de uma breve análise *ex-post facto* da evolução do crescimento entre os anos 2005 e 2011. O objetivo deste passo prévio à aplicação das TMD é entender melhor as características do processo de crescimento seguidas entre os dois recortes tempo. Desta forma é possível determinar quais dos resultados a atingir pelas técnicas de mineração de dados permitem explicar com maior precisão o ocorrido e, assim, poder sugerir a conveniência do uso destas técnicas, frente às ferramentas tradicionais, dentro da gestão de áreas metropolitanas.

Na continuação, três indicadores de crescimento demográfico são descritos como ponto de partida. Para cada uma das subáreas de análise foram tabelados e ilustrados os dados de população total, a densidade populacional e a taxa de crescimento.

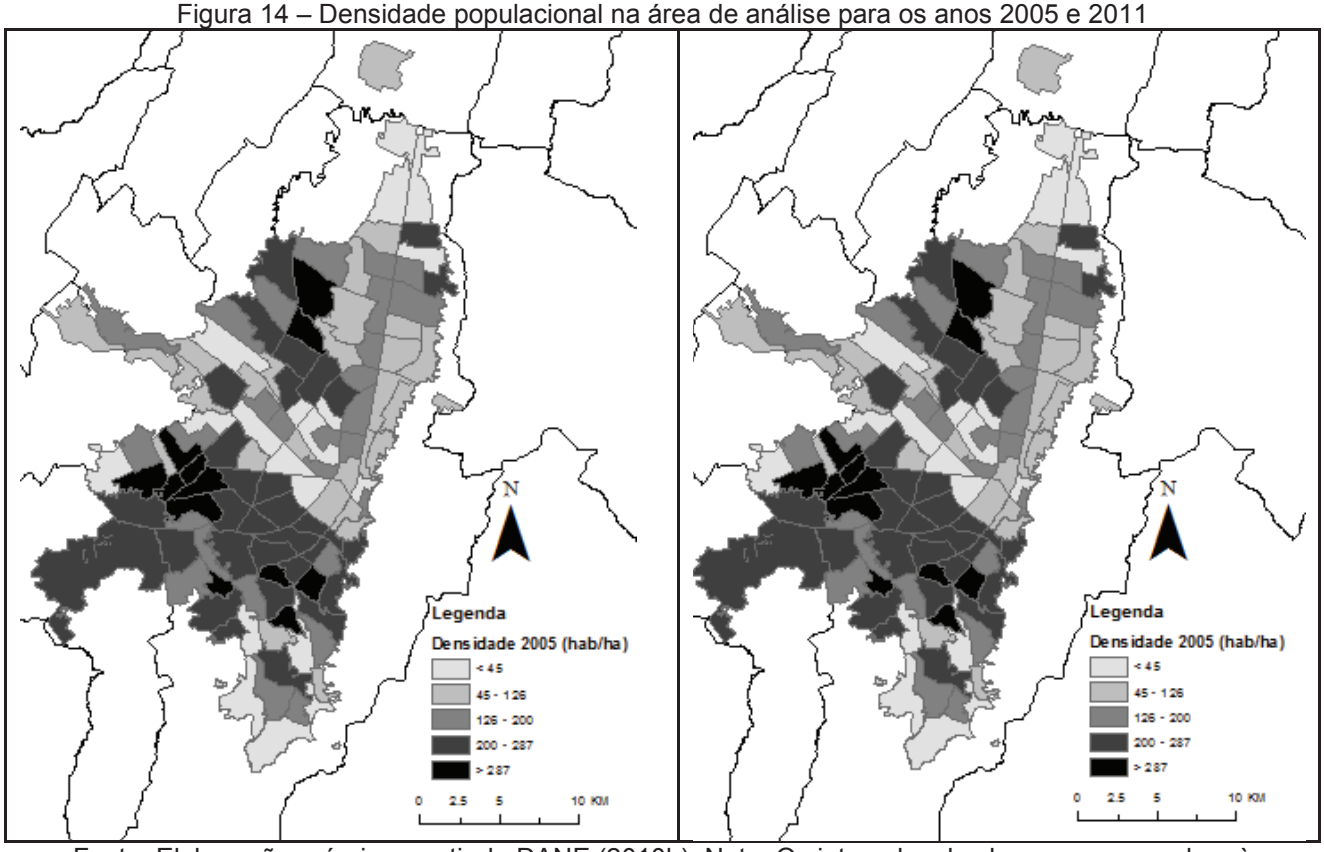
Primeiro, na Figura 13 é apresentada a distribuição da população total tanto para o ano 2005, como para o ano 2011. Em ambos os casos, a convenção de escala de cinza mantém os mesmos valores para facilitar sua leitura. Como pode ser observado, percebe-se um maior obscurecimento na periferia sul perto do município de Soacha, nos municípios de Funza e Mosquera, e na periferia do noroeste. Enquanto o resto da cidade parece não mudar subitamente sua população.

Figura 13 – Distribuição da população na área de análise para os anos 2005 e 2011



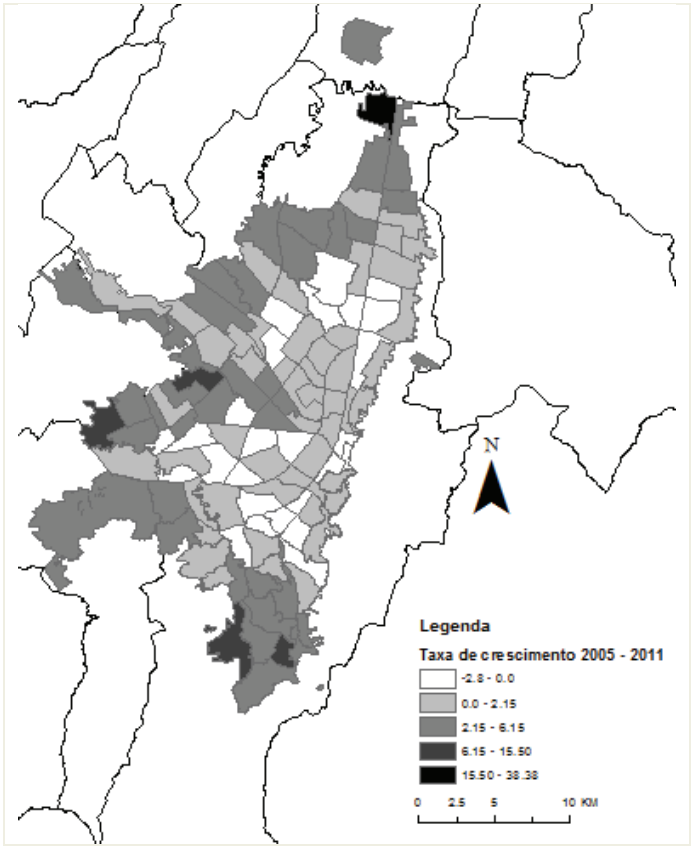
Fonte: Elaboração própria a partir de DANE (2010b). Nota: Os intervalos de classe correspondem à classificação *Jenks natural breaks* para os valores do ano 2005.

Figura 14 – Densidade populacional na área de análise para os anos 2005 e 2011



Fonte: Elaboração própria a partir de DANE (2010b). Nota: Os intervalos de classe correspondem à classificação *Jenks natural breaks* para os valores do ano 2005.

Figura 15 – Taxa de crescimento na área de análise entre os anos 2005 e 2011.



Fonte: Elaboração própria a partir de DANE (2010b). Nota: Os intervalos de classe correspondem à classificação *Jenks natural breaks.*

De maneira complementar, a Figura 14 mostra o estado da densidade populacional nos anos já mencionados. Nota-se como toda a zona sul da cidade está cada vez mais saturada, especialmente aquelas UPZ mais periféricas e próximas a Soacha onde o limite de 280 hab/ha é ultrapassado. Situação similar ocorre na periferia do noroeste, mas parece que para o ano 2005 ainda existiam áreas aproveitáveis para urbanizar. Ou seja, para 2011, Bogotá apresentou áreas cuja densidade populacional é comparável com os valores correspondentes das cidades mais densas do mundo (SDP, 2011b). Por outra parte, as áreas redor aos corredores que conectam o centro expandido com o extremo norte e com o extremo oeste dificilmente superaram os 200 hab/ha. Poderia afirmar-se que a cidade está dividida em dois quando o critério de análise são as características de crescimento.

Enquanto aos municípios, Soacha parece estar mais próximo a esses valores de saturação, em um estágio mais *maduro* do que os outros municípios. Ou seja, O município do sul não apresenta as possibilidades de aumento de população que as

densidades de Chía, Funza e Mosquera permitem pensar. Porém, é necessário analisar a taxa de crescimento para confirmar essa diferenciação.

Tal como mostra a Figura 15, a taxa de crescimento evidenciada entre os anos 2005 e 2011 tem duas leituras principais. Primeiro, uma distribuição das maiores taxas de crescimento ao largo do perímetro periférico e dos municípios circunvizinhos. Lembra-se que o costado leste, onde se encontra o centro expandido, é limitado por uma cadeia montanhosa que obstrui a expansão da área urbana. Segundo, muitas áreas da cidade possuem decréscimo de população. Identifica-se que a maioria delas apresentaram altos níveis de densidade populacional (Figura 14) e que sua variação de população por enquanto não é drástica (Figura 13). Por tal razão, essa dinâmica pode responder a um estágio de saturação que propicia a perda de população.

Até o momento, as descrições anteriores não pretendem explicar os processos de crescimento que acontecem na região, mas identificar possíveis padrões que possam ser explorados através das técnicas de mineração de dados. Na próxima seção são apresentados os diferentes resultados obtidos e sua vinculação com o referencial teórico construído.

5.4 MINERAÇÃO DE DADOS DO CRESCIMENTO URBANO.

Está seção apresenta os resultados atingidos pela aplicação empírica das TMD. Primeiro, descreve-se brevemente a etapa de preparação de dados. Segundo, Os resultados são divididos em três categorias segundo o tipo de análise realizado: (i) estudo da relação estatística entre as variáveis e da estrutura do banco de dados, (ii) visualização dessas relações no espaço geográfico e (iii) análise do comportamento da população.

5.4.1 Preparação de dados e construção de indicadores.

A preparação dos dados é a tarefa mais importante em qualquer projeto de TMD, já que um banco de dados cuidadosamente preparado assegura que a informação contida seja utilizada de maneira mais eficiente por estes tipos de ferramentas (SOUZA, 2014). Por esta razão, as inconsistências presentes nos bancos de dados (valores ausentes ou atípicos e falsos zeros) foram solucionadas e as variáveis e registros irrelevantes para atingir o objetivo foram suprimidos. As diferenças encontradas entre as pesquisas de mobilidade foram resolvidas, por exemplo, da pesquisa do ano 2011 foram suprimidos os registros de viagens realizadas a pé com tempos menores que 15 minutos, já que esse era o tempo mínimo encontrado na pesquisa do ano 2005.

Tabela 13 – Indicadores selecionados e critério de seleção.

Tipo de variável	Dados	Critério
▪ Indicadores demográficos.	1. População total. 2. Taxa de crescimento. 3. Densidade populacional. 4. Tamanho lar.	▪ Estudo do movimento estrutural da população (ALFONSO, 2010).
▪ Indicadores socioeconômicos	5. Renda – estrato. 6. Nível educativo.	▪ Análise de possíveis dinâmicas de segregação, periferização etc.
▪ Movimentos cotidianos motivo trabalho.	7. Atração de viagens 8. Geração de viagens 9. Tempo de viagem 10. Distância de viagem 11. Distribuição modal	▪ Estudo do movimento cotidiano da população (GARCÍA PALOMARES, 2008).
▪ Atividades Econômicas.	12. Distribuição dos setores econômicos.	▪ Evidência de processos de metropolização (BIELZA; GONZÁLEZ, 2000) e periurbanização. (ALLEN, 2003).

Fonte: Elaboração própria

Com essas correções foram construídos dois tipos de bancos de dados, segundo os requisitos das diferentes TMD e as necessidades específicas desta pesquisa. O primeiro tipo consiste nos valores médios para cada uma das subáreas de análise, de tal forma que fora possível visualizar a distribuição espacial dos indicadores e identificar correlações entre eles. O segundo tipo aborda o comportamento das pessoas e explora os milhares de registros contidos nas pesquisas de mobilidade. Em suma, para as análises apresentadas a seguir, adotaram-se os 12 indicadores descritos na Tabela 13.

5.4.2 Análise da estrutura do banco de dados.

A Matriz de Auto-Correlação calcula o nível de relação linear entre as variáveis através do coeficiente de correlação *Pearson r* que pode adotar valores entre -1 e +1. O resultado é uma matriz de igual número de filas e colunas, que representam cada variável analisada. A interseção entre cada fila e coluna contém o valor do coeficiente de correlação. Por está razão, a diagonal que divide a matriz em duas partes iguais sempre possui o valor 1; já que é a interseção da variável X com ela mesma.

Em nenhum dos anos de análise, os indicadores de crescimento – população total, densidade populacional e taxa de crescimento – demostraram linearidade com as outras variáveis, o que pode ser interpretado como grande complexidade e dificuldade para serem modelados (ver Figura 16 e Figura 17). Por outra parte, a linearidade positiva encontrada entre os estabelecimentos industriais, comerciais e de serviço parece indicar que a região segue a tendência das externalidades de aglomeração e não da

terceirização da economia (MÉNDEZ, 2012). Ou tal como indica Ciccolella (2012, p.14), em Bogotá existe uma resistência à desindustrialização metropolitana.

Figura 16 – Matriz de Auto-Correlação para o ano 2005

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	POPULAÇÃO	1.00																							
2	DENSIDADE	0.65	1.00																						
3	TAXA CRESC.	-0.09	-0.31	1.00																					
4	NUM. INDUSTRIAS	0.41	0.27	-0.34	1.00																				
5	NUM. COMERCIOS	0.41	0.15	-0.26	0.89	1.00																			
6	NUM. SERVIÇOS	0.28	0.17	-0.36	0.85	0.91	1.00																		
7	NUM. OUTROS	0.46	-0.02	0.03	0.25	0.43	0.13	1.00																	
8	ESTRATO	-0.18	-0.21	-0.37	0.13	0.15	0.31	-0.04	1.00																
9	TAMANHO LAR	0.30	0.35	0.15	-0.03	-0.08	-0.20	0.14	-0.48	1.00															
10	ESTUDOS BASICO	0.33	0.40	0.22	0.03	-0.03	-0.15	0.05	-0.83	0.62	1.00														
11	ESTUDOS TECNICO	-0.06	-0.10	0.00	0.20	0.12	0.15	-0.13	0.22	-0.37	-0.35	1.00													
12	ESTUDOS FACULDA	-0.31	-0.35	-0.22	0.00	0.06	0.19	-0.07	0.82	-0.46	-0.93	0.20	1.00												
13	ESTUDOS PÓS	-0.31	-0.35	-0.22	-0.15	-0.07	0.07	-0.05	0.81	-0.49	-0.83	0.00	0.80	1.00											
14	VIAGENS GERADOS	-0.06	-0.11	-0.34	0.48	0.61	0.78	-0.02	0.48	-0.41	-0.40	0.10	0.41	0.38	1.00										
15	VIAGENS ATRAIDOS	0.69	0.62	-0.18	0.37	0.29	0.42	-0.12	0.06	0.09	0.13	0.11	-0.08	-0.13	0.24	1.00									
16	TEMPO VIAGEM	0.34	0.31	0.15	-0.14	-0.19	-0.22	-0.14	-0.48	0.18	0.38	0.01	-0.47	-0.43	-0.39	0.21	1.00								
17	DIST. VIAGEM	0.16	0.11	0.32	-0.33	-0.36	-0.39	-0.13	-0.51	0.36	0.44	-0.16	-0.45	-0.37	-0.49	0.06	0.63	1.00							
18	MODO CARRO	-0.27	-0.33	-0.18	-0.08	-0.03	0.09	-0.03	0.86	-0.39	-0.83	0.03	0.86	0.91	0.33	-0.09	-0.40	-0.34	1.00						
19	MODO MOTO	-0.01	-0.02	0.12	-0.06	-0.06	-0.12	0.07	-0.13	0.06	0.20	0.13	-0.19	-0.22	-0.17	-0.07	-0.06	-0.14	-0.19	1.00					
20	MODO ÔNIBUS	0.24	0.28	0.09	0.05	-0.04	-0.11	-0.06	-0.57	0.17	0.57	0.07	-0.70	-0.68	-0.29	0.10	0.63	0.29	-0.68	0.17	1.00				
21	MODO BRT	0.05	0.12	-0.07	0.03	0.01	0.02	-0.03	-0.10	-0.05	-0.04	0.12	0.07	-0.07	-0.05	0.08	0.03	0.24	-0.13	-0.11	-0.33	1.00			
22	MODO BICI	-0.03	-0.11	0.20	-0.04	0.01	-0.11	0.24	-0.27	0.29	0.37	-0.26	-0.29	-0.24	-0.17	-0.16	-0.37	0.06	-0.25	0.09	-0.23	0.00	1.00		
23	MODO PÊ	0.14	0.24	0.14	0.07	0.11	0.09	-0.02	-0.50	0.39	0.56	-0.27	-0.51	-0.42	0.05	0.10	0.01	-0.03	-0.53	0.03	0.21	-0.18	0.20	1.00	
24	MODO OUTRO	-0.25	-0.34	-0.10	-0.05	0.01	0.04	0.05	0.57	-0.28	-0.65	0.11	0.72	0.63	0.20	-0.13	-0.46	-0.32	0.66	-0.17	-0.70	0.03	-0.01	-0.53	1.00

Fonte: Elaboração própria. Nota: ressaltam-se as maiores correlações lineares.

Figura 17 – Matriz de Auto-Correlação para o ano 2011

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	POPULAÇÃO	1.00																								
2	DENSIDADE	0.66	1.00																							
3	TAXA CRESC.	-0.06	-0.20	1.00																						
4	NUM. INDÚSTRIAS	0.46	0.28	-0.26	1.00																					
5	NUM. COMÉRCIOS	0.46	0.16	-0.18	0.90	1.00																				
6	NUM. SERVIÇOS	0.32	0.19	-0.25	0.87	0.89	1.00																			
7	NUM. OUTROS	0.32	0.00	-0.02	0.26	0.37	0.19	1.00																		
8	ESTRATO	-0.29	-0.41	0.00	0.00	0.02	0.16	0.05	1.00																	
9	RENDA	-0.32	-0.45	0.04	-0.07	-0.01	0.11	0.01	0.84	1.00																
10	TAMANHO LAR	0.13	0.21	0.29	-0.18	-0.26	-0.35	-0.14	-0.56	-0.52	1.00															
11	ESTUDOS BÁSICO	0.27	0.37	0.10	-0.09	-0.10	-0.25	-0.01	-0.87	-0.86	0.63	1.00														
12	ESTUDOS TÉCNICO	0.29	0.31	-0.04	0.18	0.09	0.01	0.07	-0.50	-0.53	0.26	0.42	1.00													
13	ESTUDOS FACULDA	-0.23	-0.32	-0.23	0.16	0.14	0.30	-0.01	0.73	0.69	-0.58	-0.89	-0.41	1.00												
14	ESTUDOS PÓS	-0.29	-0.40	0.17	-0.11	-0.04	0.06	0.01	0.79	0.82	-0.48	-0.76	-0.61	0.45	1.00											
15	VIAGENS GERADOS	0.54	0.20	-0.15	0.41	0.50	0.43	0.55	0.11	0.10	-0.26	-0.15	0.04	0.12	0.09	1.00										
16	VIAGENS ATRAIDOS	0.06	-0.12	-0.25	0.46	0.57	0.69	0.40	0.37	0.36	-0.51	-0.42	-0.21	0.39	0.32	0.62	1.00									
17	TEMPO VIAGEM	0.31	0.25	0.37	-0.17	-0.17	-0.28	-0.17	-0.63	-0.53	0.58	0.66	0.26	-0.63	-0.46	-0.17	-0.51	1.00								
18	DIST. VIAGEM	0.21	-0.01	0.51	-0.26	-0.19	-0.31	-0.01	-0.26	-0.22	0.30	0.36	0.01	-0.40	-0.14	-0.12	-0.39	0.73	1.00							
19	MODO CARRO	-0.32	-0.41	0.03	-0.18	-0.12	-0.05	-0.05	0.66	0.61	-0.32	-0.54	-0.44	0.48	0.53	-0.02	0.14	-0.38	-0.11	1.00						
20	MODO MOTO	0.32	0.36	-0.11	0.13	0.11	0.02	0.11	-0.35	-0.37	0.18	0.34	0.25	-0.35	-0.30	0.07	-0.08	0.17	0.03	-0.58	1.00					
21	MODO ÔNIBUS	0.19	0.28	-0.16	0.08	0.03	0.01	-0.16	-0.50	-0.50	0.22	0.46	0.37	-0.40	-0.44	-0.10	-0.17	0.30	-0.01	-0.66	0.37	1.00				
22	MODO BRT	0.13	0.23	0.18	0.08	-0.01	0.05	-0.18	-0.19	-0.12	0.24	0.12	0.00	-0.09	-0.09	-0.08	-0.14	0.26	0.28	-0.26	0.09	-0.16	1.00			
23	MODO BICI	0.20	0.20	-0.02	0.10	0.12	0.06	0.39	-0.17	-0.24	0.09	0.13	0.31	-0.10	-0.24	0.19	0.00	-0.04	0.01	-0.32	0.21	-0.01	-0.02	1.00		
24	MODO PÉ	0.20	0.27	-0.02	0.14	0.12	0.07	0.06	-0.50	-0.48	0.20	0.43	0.27	-0.38	-0.36	0.08	-0.01	0.31	0.08	-0.78	0.35	0.35	0.08	0.21	1.00	
25	MODO OUTRO	-0.15	-0.29	0.04	-0.07	0.00	-0.08	0.28	0.32	0.37	-0.23	-0.33	-0.11	0.29	0.26	0.06	0.13	-0.32	-0.17	0.32	-0.16	-0.45	-0.36	-0.04	-0.37	1.00

Fonte: Elaboração própria. Nota: ressaltam-se as maiores correlações lineares. Nota: a análise do ano 2011 contém uma variável extra que não existe no banco de dados do ano 2005, o nível de renda. Por essa razão, o número de variáveis aumenta a 25.

A variável do estrato socioeconômico também apresenta linearidades interessantes, embora esperadas. Primeiro, ressalta-se o alto nível de correlação linear do

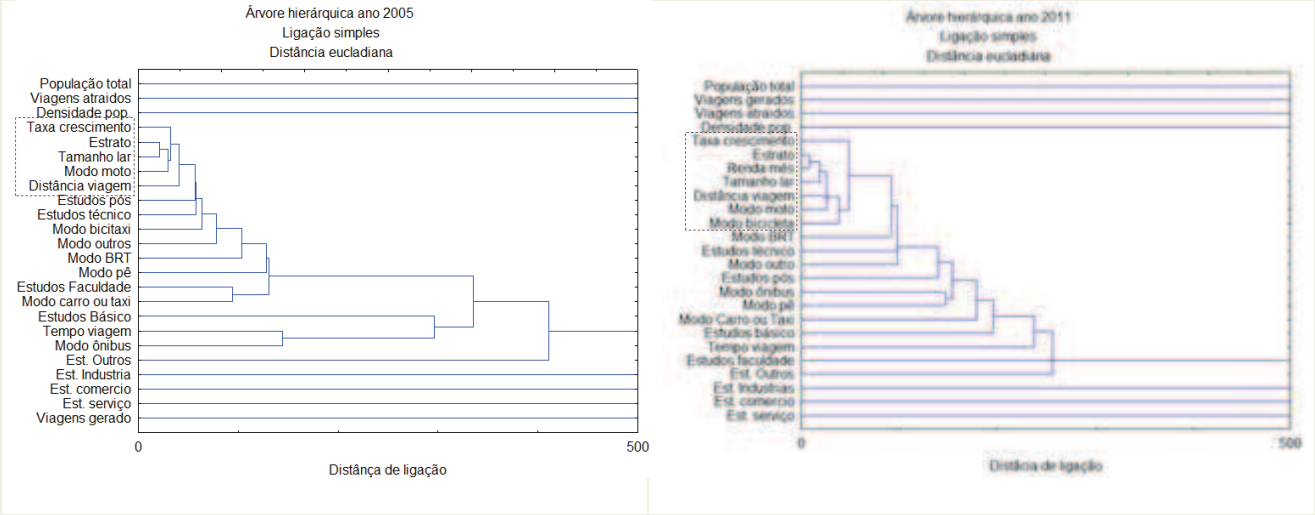
estrato com a renda mensal mostrado na Figura 17. O coeficiente de 0,84 indica que embora o estrato seja uma característica outorgada ao bairro, ao entorno físico, no final são as pessoas as segregadas. Quanto maior o estrato, mais alta será a porcentagem de população com níveis de estudo de graduação e pós-graduação e menor a porcentagem de população com nível de estudo básico.

Dos modos de transporte, somente o uso do carro apresenta linearidade positiva com o estrato e a porcentagem de pessoas com estudos de pós-graduação. Porém, essa tendência não se repete no segundo ano de análise. Os demais modos não apresentam correlação com as outras variáveis.

A segunda técnica aplicada, a árvore hierárquica ou *dendrograma,* utiliza as dissimilaridades ou distâncias entre objetos para formar classes. De novo, a população total e a densidade populacional não parecem ser facilmente associáveis com outras variáveis, pelo menos não de forma individual. Na Figura 18 se apresentam as árvores construídas para os dois anos com um limite de 500 unidades de distância euclidiana no eixo horizontal. Segundo o resultado, a variável mais similar respeito à população total são as viagens atraídas – separada por mais de 540.000 unidades de distância euclidiana. Para o caso da densidade populacional, a variável mais similar é o nível de estudo *básico* – separada por mais de 1.500 unidades de distância. Esses dois valores resultam da análise do ano 2005.

Por outro lado, também para o ano 2005, a taxa de crescimento é agrupada com o estrato socioeconômico, o tamanho do lar, o uso de moto como modo de transporte e a distância de viagem. Já no caso do ano 2011, além dessas variáveis, anexa-se o nível de renda mensal e a porcentagens de viagens realizadas em bicicleta. Como apresenta a Figura 18, as variáveis dessa agrupação resultam ter as menores distâncias euclidianas da análise, formando claramente um *cluster* entre elas. Esses resultados da árvore hierárquica parecem contradizer os resultados da MAC. No entanto, o baixo valor dos coeficientes da matriz indica apenas a carência de linearidade entre as variáveis, mas essa não é a única regressão estatística possível entre duas variáveis. Já as similaridades calculadas na árvore hierárquica têm por objetivo criar *clusters* entre todas as variáveis, não só entre duas delas. Por isso, as variáveis incluídas em um *cluster* demostram um comportamento muito similar quando comparadas entre elas.

Figura 18 – *Dendrograma* para o ano 2005 e o ano 2011



Fonte: Elaboração própria

Já que as maiores taxas de crescimento localizam-se nas periferias de Bogotá e nos municípios circunvizinhos (Figura 15), o agrupamento com as variáveis socioeconômicas permitem pensar que na região estão avançando processos de periurbanização que produz tensões e desequilíbrios nas áreas periféricas ainda sem urbanizar. Como explicam Allen (2003) e Avila Sánchez (2009), os espaços periurbanos das cidades de América Latina caracterizam-se pelo impacto das atividades urbanas – ex. assentamentos informais ou projetos industriais – sobre áreas previamente rurais, afetando o meio ambiente e transformando rapidamente o uso do solo. Além disso, a presença da distância de viagem poderia estar indicando que esse crescimento não está sendo acompanhado com um desenvolvimento em termos de acessibilidade a emprego e estudo, pelo que a população destas áreas precisa realizar viagens maiores de maneira cotidiana. Ou seja, que esse crescimento não estaria sendo produzido pela formação de sub-centros metropolitanos, e sim por processos de periferização (VALLADARES, 1994), além do processo de conurbação percebido nos municípios de Soacha, Funza e Mosquera.

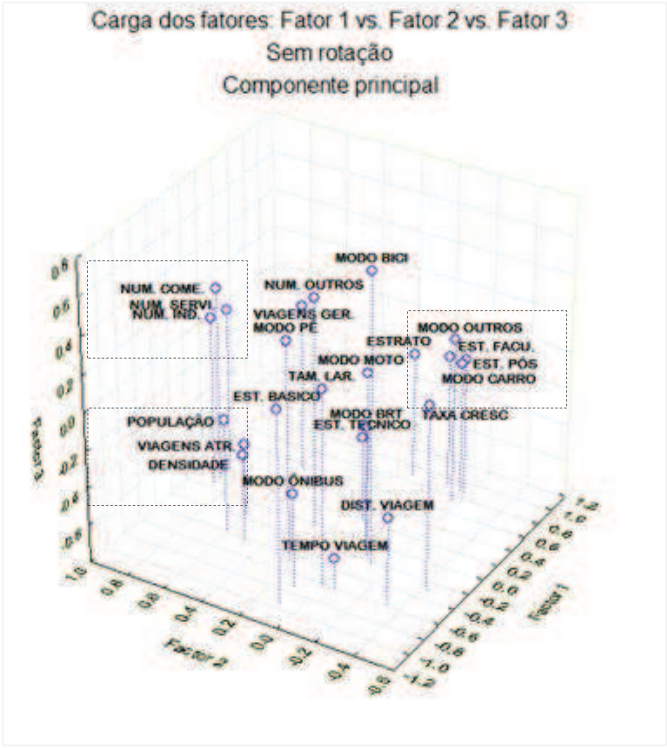
A última técnica utilizada neste passo, a Análise de Componente Principal, permite correlacionar e localizar as variáveis, representadas por pontos, respeito a três fatores gerando um gráfico de três dimensões. Os resultados são apresentados na Figura 19 para o ano de 2005 e na Figura 20 para o ano de 2011. Para ambos os casos, o fator número um correlacionou positivamente o estrato, a renda, a porcentagem de população com nível educativo de faculdade e de pós-graduação e o uso do carro. O nível de estudo básico e o tempo de viagem foram correlacionados de forma negativa dentro deste fator.

Por outra parte, o fator número dois agrupou positivamente a presença dos estabelecimentos de serviço, indústria e comércio. Dentro deste fator, os indicadores de crescimento demográfico obtiveram as maiores cargas, positivas para o caso da população total (0,60 aprox.) e a densidade demográfica (0,45 aprox.) e negativa no caso da taxa de crescimento (-0,40 aprox.). O último fator não ressalta nenhuma variável.

Desta forma, o ACP confirma os resultados das análises anteriores. Primeiro, que o aumento dos setores econômicos é feito em conjunto e não seguindo um processo de concentração descentralizada (BIELZA; GONZÁLEZ, 2000). Uma das características do modelo da cidade pós-industrial é a saída das indústrias do centro para a periferia urbana devido à saturação do solo e a flexibilidade permitida pelas TICS, paralela à especialização funcional do CBD com o desenvolvimento do setor terciário mais avançado. Embora em Bogotá seja possível localizar esse CBD no centro expandido ao leste da cidade, a distribuição dos setores industrial, comercial e de serviços parece não estar fragmentada como aponta a literatura especializada. Ou seja, como já foi mencionado, a distribuição dos setores segue a tendência das externalidades de aglomeração – economia de escala, intercambio de produtos e serviços, baixos custos de transporte. O que reafirma Ciccolella (2012, p.14) quando expõe que em Bogotá existe uma resistência à desindustrialização metropolitana.

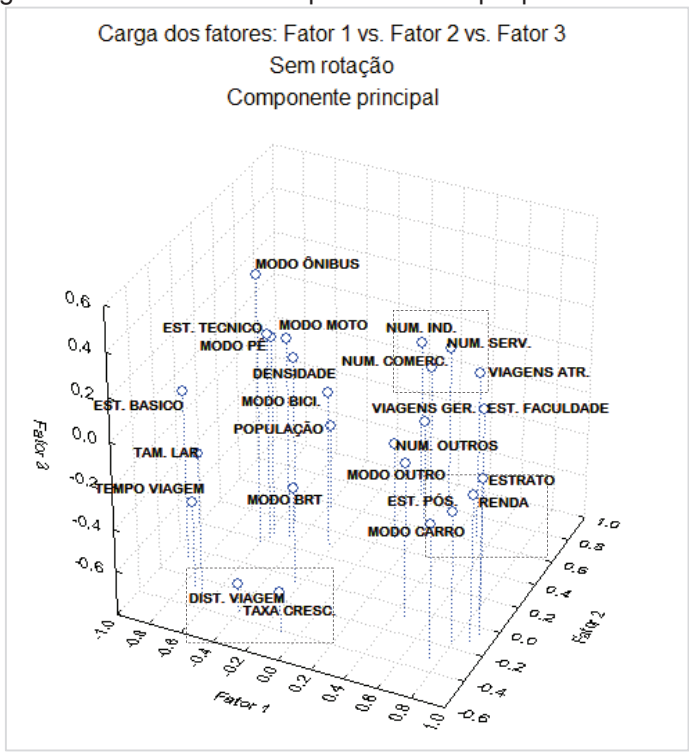
Por essa razão, os indicadores de crescimento demográfico não apresentam altos níveis de correlação com nenhum dos indicadores de crescimento econômico incluídos nesta pesquisa. O segundo resultado que se reforça é a alta correlação que apresentam o nível de renda e o estrato social com o nível de educação e o uso do carro privado. Esse resultado pode ser interpretado como uma mostra da inequidade social da região estudada, na qual os setores de menores condições econômicas têm impossibilitado o acesso à educação profissional. Esse aumento da segregação social, característico do processo de globalização (MÉNDEZ, 2012), junto com as diferenças na formação acadêmica, talvez possam ser relacionadas com uma segmentação do mercado de trabalho, tal como aponta De Mattos (2010). Porém, os dados aqui selecionados não permitem aprofundar neste ponto.

Figura 19 – Análise de Componente Principal para o ano 2005



Fonte: Elaboração própria

Figura 20 – Análise de Componente Principal para o ano 2011



Fonte: Elaboração própria

De maneira complementar, para interpretar a relação dos indicadores de crescimento demográfico com as demais variáveis foi realizada a normalização *Varimax*. Esta estratégia de rotação permite correlacionar a maioria das variáveis com um dos fatores. Como apresentado na Tabela 14, a população total foi agrupada com a distribuição das atividades econômicas, a geração e a atração de viagens. A densidade populacional está mais relacionada com indicadores socioeconômicos e a maioria dos modos de transporte. Por último, a taxa de crescimento encontra-se agrupada com o uso do sistema BRT e as condições da viagem, o tempo e a distância. Os resultados para o ano 2005 são bastante similares.

Tabela 14 – Carga dos fatores da normalização Varimax para o ano 2011.

	Fator 1	Fator 2	Fator 3
População	0.37	0.65	0.31
Densidade pop.	0.56	0.31	0.08
Taxa crescimento	-0.20	-0.13	0.71
Número indústria	0.16	0.81	-0.23
Número. Comércio	0.07	0.87	-0.17
Número Serviços	-0.01	0.81	-0.32
Estrato	0.86	-0.09	0.27
Renda	0.87	-0.05	0.20
Tamanho lar	0.49	-0.29	0.48
Estudos básico	0.81	-0.15	0.39
Estudos técnico	0.62	0.08	0.01
Estudos faculdade	0.67	-0.16	0.46
Estudos pós-graduação	0.82	-0.04	0.08
Viagens geradas	-0.07	0.77	0.01
Viagens atraídas	-0.31	0.66	-0.38
Tempo viagem	0.48	-0.16	0.72
Distância viagem	0.07	-0.10	0.85
Modo carro ou táxi	0.81	0.12	0.03
Modo Moto	0.55	0.14	-0.02
Modo ônibus	0.72	-0.11	-0.22
Modo BRT	0.10	0.08	0.41
Modo bicicleta	0.26	0.27	0.06
Modo pé	0.62	0.14	0.02
Modo outros	0.46	-0.03	0.08

Fonte: Elaboração própria

Desta análise, resultam algumas relações interessantes já que cada um dos indicadores de crescimento demográfico foi associado a um fator diferente. Por um lado, a

demostra-se que a densidade populacional relaciona-se de forma direta com as variáveis socioeconômicas, indicando como a concentração de população está marcada por contrastes em termos da renda, o nível de estudo e o tipo de modo de transporte usado. Segue a tendência marcada nas passadas análises: as periferias de maior densidade carecem de bons níveis de renda e tem piores condições educativas. Este último ponto permite pensar que a melhora da qualidade de vida destas áreas vai depender de uma mudança geracional. Ou seja, os resultados dos esforços que possam ser feitos para reverter esse nível educativo baixo só poderão ser medidos na geração que está em formação.

Por outro lado, a população total está relacionada tanto com as viagens atraídos e gerados como com a distribuição das atividades econômicas. É claro como a quantidade de viagens gerados depende do número de habitantes de cada área. Igualmente, a atração de viagens esta fortemente influenciada pela localização dos lugares de trabalho. Neste sentido, essa relação encontrada termina sendo esperada.

Para finalizar, a taxa de crescimento está vinculada com as características das viagens e com o sistema de transporte BRT. Embora não seja claro o porquê desta relação, pode-se pensar que o sistema BRT é um motor de crescimento demográfico ao permitir que as pessoas estejam melhormente conectados com a cidade, ainda morando em áreas afastadas.

5.4.3 Análise espacial dos indicadores.

Os resultados da seção anterior permitem entender melhor a estrutura do banco de dados e as relações entre variáveis. Para ir um passo além, nesta seção é apresentada a distribuição das relações das variáveis no espaço geográfico. É realizada uma regionalização utilizando o método *k-means* que divide um grupo de *n* objetos em *k* classes de forma tal que a similaridade intra-classes seja alta e a similaridade inter-classes seja baixa. Para este tipo de analise é fundamental escolher um número apropriado de classes. Por essa razão, o número de classes ótimo foi determinado com o objetivo de atingir a maior representatividade estatística possível.

Para isso, a aplicação do método *k-means* e a interpretação sob o ponto de vista geográfico foi realizada por dois caminhos diferentes. Primeiro, de forma indireta ao calcular os valores meios das variáveis para cada *cluster* e a distribuição dos objetos (subáreas de análise) dentro dos *clusters*, seguido pela representação dessa distribuição por meio do SIG. Segundo, de forma direta ao utilizar a ferramenta de agrupamento

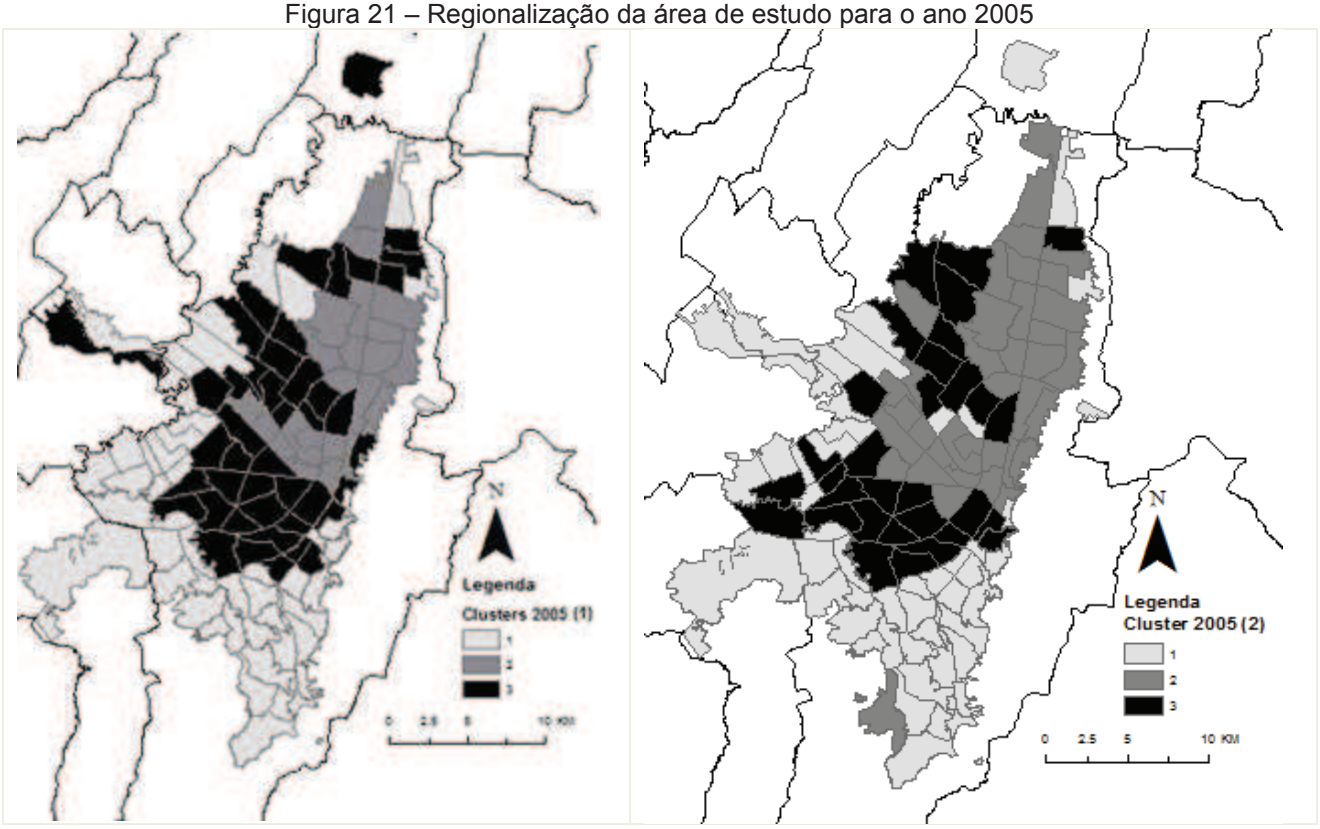
espacial do SIG sem limitar o calculo com restrições espaciais[3]. Já que neste segundo procedimento não foi possível obter os valores meios das variáveis para cada cluster, seu resultado foi utilizado para comprovar o resultado da primeira análise. Em ambos os casos, o número ótimo de classes ou *clusters* foi calculado automaticamente pelos *softwares* utilizados.

Para o ano 2005, o número ótimo de *clusters* foi determinado em três. Ou seja, que a região foi dividida em três *clusters* de caraterísticas diferentes como apresenta a Figura 21. Embora existam algumas diferenças pontuais entre os dois mapas desta figura, o resultado é consistente na localização e distribuição dos *clusters*. Tomando como mapa de referência aquele do método *k-means* é possível explorar os membros de cada um dos *clusters*. Em valores médios, o *cluster* número um está composto por áreas de estrato baixo, com altos índices de população, de densidade e de crescimento. Ainda mais, 85% de sua população possui um nível de estudos básico e é o *cluster* com maiores tempos e distâncias de viagem, realizadas principalmente utilizando ônibus e BRT. O *cluster* número dois está composto pelos estratos de maior renda e seus indicadores demográficos são os menores. Comparado com os outros *clusters*, sua população é a mais preparada academicamente e é a que mais faz uso do carro e do táxi, os modos mais custosos. Por último, o *cluster* número três apresenta características de transição entre os outros dois, exceto na presença das atividades econômicas. Nele localizam-se o maior número de estabelecimento de indústria, comércio e serviços, impactando também na quantidade de viagens atraídos. Os três *clusters* compartem duas características, um tamanho de lar médio de 4 pessoas e uso similar do sistema BRT.

Nota-se que os municípios de Soacha e Funza localizam-se dentro do primeiro *cluster* e Chía e Mosquera dentro do terceiro. Nenhum dos casos parece ter relação com esse segundo *cluster* de boas condições socioeconômicas e baixo índice de crescimento demográfico.

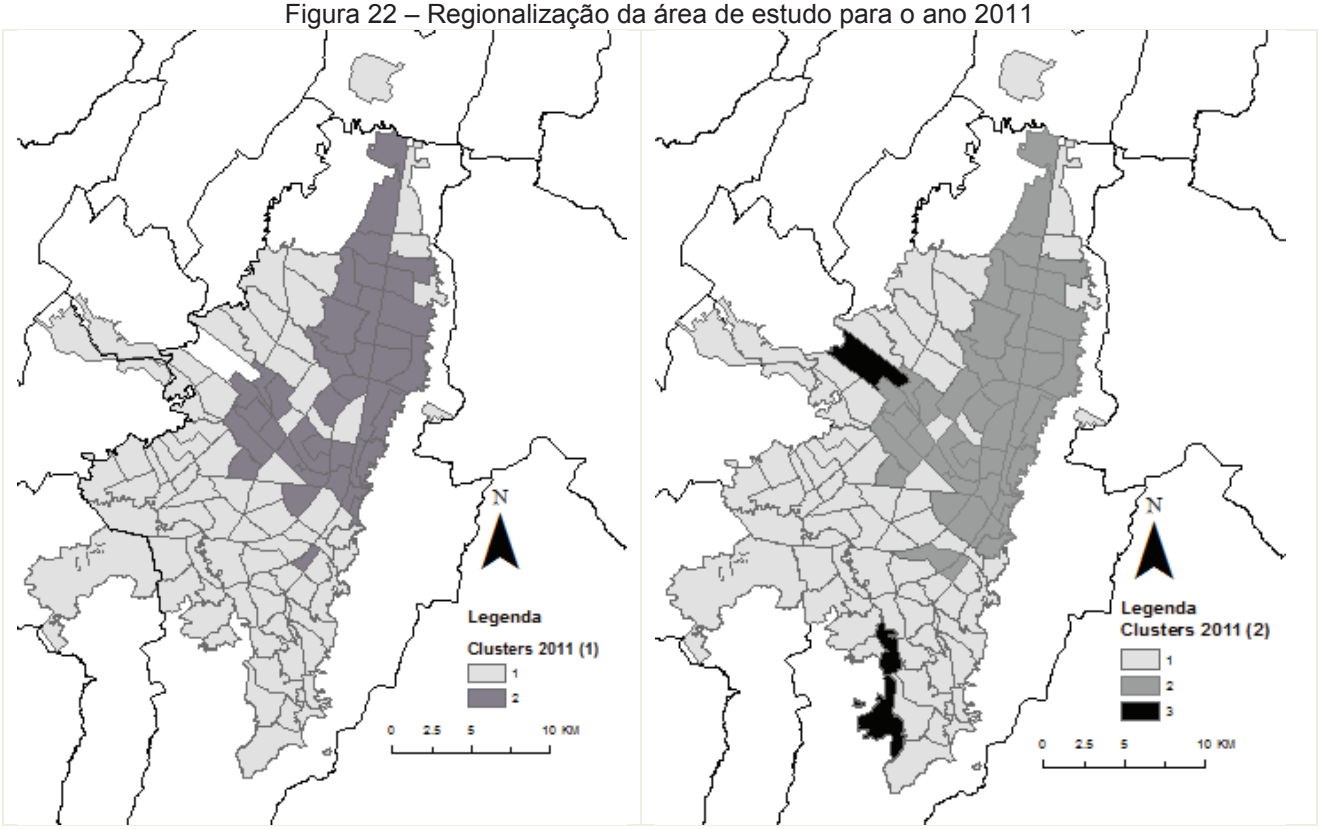
[3] A ferramenta utilizada é *Grouping Analysis* do *software* ArcGis, escolhendo a opção "NO_SPATIAL_CONSTRAINT" que aplica o algoritmo *k-means*.

Figura 21 – Regionalização da área de estudo para o ano 2005



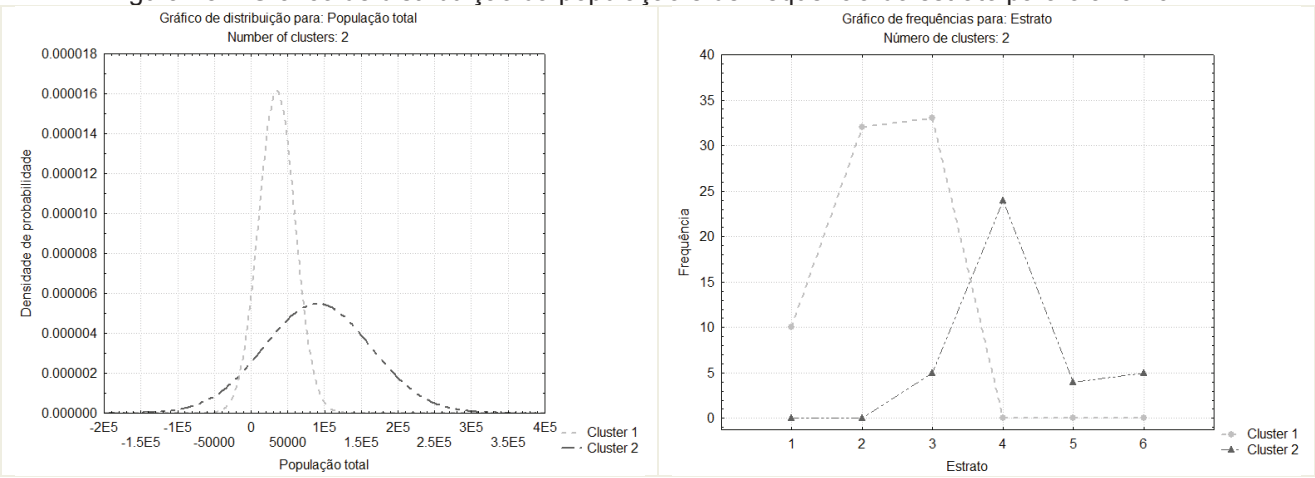
Fonte: Elaboração própria. Nota: (1) resultados do calculo prévio e sua representação em SIG; (2) resultado do calculo direto em SIG.

Figura 22 – Regionalização da área de estudo para o ano 2011



Fonte: Elaboração própria. Nota: (1) resultados do calculo prévio e sua representação em SIG; (2) resultado do calculo direto em SIG.

Figura 23 – Gráfico de distribuição da população e de frequência do estrato para o ano 2011.



Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, os padrões identificados para o ano 2005 não se mantiveram na análise realizada para o ano 2011, ainda quando o procedimento seguido foi uma réplica do anterior. Como se apresenta na Figura 22, neste caso a área estudada foi dividida em dois *clusters*. Inclusive quando os três clusters anteriores foram mantidos manualmente, esse terceiro *cluster* terminou sendo composta por apenas três subáreas. Quando se compara com os resultados do ano 2005, parece que o *cluster* número três é integrado quase em sua totalidade ao *cluster* número um. De fato, o *cluster* número dois parece conservar as mesmas características do ano 2005.

Como ilustra a Figura 23, o *cluster* número dois continua agrupando a população de maior nível econômico e os menores índices demográficos. Somente a taxa de crescimento médio é similar em ambos os casos, enquanto a população e densidade do primeiro *cluster* são consideravelmente maiores. A segregação da população segundo o nível acadêmico continua sendo uma das características principais desta divisão. Assim como também o uso geral de carro e táxi no segundo *cluster* e do ônibus e o BRT no primeiro.

No entanto, é necessário ressaltar uma importante diferença entre as análises de cada ano. Para o ano 2005, cada um dos *cluster*s estava composto por um número muito similar de sub-regiões. Já para o ano 2011, o *cluster* de piores condições sociais é composto por 67% das subáreas, enquanto que apenas 33% de subáreas localizam-se no *cluster* de boas características.

Esta mudança encontrada entre os recortes temporais estudados parece confirmar uma das suposições desenvolvidas durante a análise da estrutura dos dados. Tudo parece apontar que o aprofundamento da inequidade e a segregação social (próprias do

modelo metropolitano pós-industrial) têm logrado produzir uma cidade com duas realidades opostas. Em um extremo, uma pequena zona norte prospera com acesso a oportunidades educativas e de trabalho, frente a uma grande zona sudoeste de baixas condições socioeconômicas cuja população deve fazer uso de mais tempo e distância de viagem para poder cumprir com os deveres diários. Essa situação parece reafirmar a hipótese de Nello (1998) que explica que as metrópoles atuais parecem crescer e expandir sua influência ultrapassando todo limite físico, no entanto criando diversas divisões internas, como as fronteiras socioeconômicas.

No entanto, cabe ressaltar os valores meios de uso do sistema BRT para as análises realizadas. Em ambos os anos estudados e em todos os clusters formados, o nível de uso deste sistema BRT apresentou valores muito similares. O que pode ser interpretado como um ponto de encontro dessa realidade dual da cidade. De fato, o sistema BRT tem sido avaliado segundo seu impacto na qualidade de vida da população bogotana. As pesquisas demostram que desde que foi desenvolvido o BRT, a população de áreas de piores condições tem podido experimentar um aumento de acessibilidade aos trabalhos e aos empregos. Isso devido às reduções nos tempos de viagem (BOCAREJO; OVIEDO, 2012). Desta forma, o aprofundamento da desigualdade social indicado pelos resultados TMD é interpretado como um processo de longo prazo que continua avançado ainda com este tipo de melhoras. Por exemplo, o desequilibro no nível educativo dos clusters será uma característica que precisa de uma mudança geracional para poder ser revertido. Ou seja, dependerá dessas crianças e jovens em formação hoje e que podem aceder a melhores oportunidades, para que no futuro o panorama seja mais equilibrado.

Por outro lado, nesta análise os municípios circunvizinhos a Bogotá foram todos agrupados no *cluster* número um. Esse resultado pode interpretar-se como a expansão das características da periferia bogotana além dos seus limites, embora Chía não apresente as características do norte da cidade. Como explica De Mattos (2010), dentro das características comuns encontradas nas metrópoles de América Latina encontra-se a expansão das manchas urbanas além dos limites administrativos. Geralmente, essa expansão é promovida pela influência dos pólos metropolitanos, ao longo das principais estradas de comunicação, e acompanhada pela redução da população nas áreas centrais da cidade (DEMATTEIS, 1998). Talvez, para o caso estudado não seja possível assegurar que exista esta redução, mas é certo que o *cluster* número dois, no qual se localiza o centro expandido da cidade é o que apresenta menor população, menor densidade e menor taxa de crescimento.

5.4.4 Análise dos padrões de comportamento da população.

Nesta última seção são avaliados os bancos de dados das pesquisas de mobilidade complementadas com outros dados que resultam das análises já mostradas. A TMD aqui utilizada é a mineração de regras de associação. Essa técnica procura relações interessantes entre os itens de um banco de dados, criando regras que são compostas por o antecedente (A), o consequente (C), o suporte (s%) e a confiança da regra (c%).

Para incluir os indicadores demográficos, foi realizada uma regionalização *k-means* identificando diferentes *clusters* de crescimento. Como apresentam as Tabela 15 e Tabela 16, o crescimento demográfico de cada subárea foi classificado como consolidado, acelerado ou em estado de saturação segundo os valores médios da população total, a densidade populacional e a taxa de crescimento.

Um procedimento similar foi realizado com os indicadores das atividades econômicas, tal como apresentam as Tabela 15 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2005.

Cluster **Crescimento**	**População total média**	**Densidade pop. média**	**Taxa de crescimento médio**	**Número de casos**	**Percentagem (%)**	**Classificação do crescimento**
1	37772.9	115.3	1.1	49	43	Consolidado
2	16751.4	52.9	6.2	18	16	Acelerado
3	109597.3	270.3	1.0	48	42	Saturação

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 16 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2011.

Cluster **Crescimento**	**População total média**	**Densidade pop. média**	**Taxa de crescimento médio**	**Número de casos**	**Percentagem (%)**	**Classificação do crescimento**
1	35331.7	109.2	0.9	45	40	Consolidado
2	26133.8	81.7	6.2	12	11	Acelerado
3	113192.3	277	1.2	55	49	Saturação

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 17 e Tabela 18. Como já foi descrito, na região estudada as atividades econômicas distribuem-se em conjunto. Ou seja, onde tem poucos estabelecimentos industriais também tem poucos estabelecimentos comerciais e de serviços, e *vice-versa*. Por tal motivo, os *clusters* gerados foram classificados de produção baixa, média ou alta, segundo o número médio de estabelecimentos presentes.

Desta forma é possível incluir nos bancos de dados outras características da subárea na qual o entrevistado mora. Ou seja, pode morar em um dos *clusters* da análise espacial realizada, que apresenta um crescimento demográfico específico e no qual a produção é alta, média ou baixa.

Tabela 15 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2005.

Cluster Crescimento	População total média	Densidade pop. média	Taxa de crescimento médio	Número de casos	Percentagem (%)	Classificação do crescimento
1	37772.9	115.3	1.1	49	43	Consolidado
2	16751.4	52.9	6.2	18	16	Acelerado
3	109597.3	270.3	1.0	48	42	Saturação

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 16 – Regionalização dos indicadores demográficos para o ano 2011.

Cluster Crescimento	População total média	Densidade pop. média	Taxa de crescimento médio	Número de casos	Percentagem (%)	Classificação do crescimento
1	35331.7	109.2	0.9	45	40	Consolidado
2	26133.8	81.7	6.2	12	11	Acelerado
3	113192.3	277	1.2	55	49	Saturação

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 17 – Regionalização dos indicadores das atividades econômicas para o ano 2005.

Cluster produção	Número Indústrias	Número comércios	Número serviço	Número de casos	Percentagem (%)	Classificação da produção
1	286	765	1358	37	32	Média
2	69	186	345	72	63	Baixa
3	612	2374	3434	6	5	Alta

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18 – Regionalização dos indicadores das atividades econômicas para o ano 2011.

Cluster produção	Número Indústrias	Número comércios	Número serviço	Número de casos	Percentagem (%)	Classificação da produção
2	566	1572	3026	37	33	Média
1	148	449	802	69	67	Baixa
3	1316	5397	7455	6	5	Alta

Fonte: Elaboração própria.

Durante a etapa de preparação dos dados, a pesquisa de mobilidade de 2005 foi reduzida a 77.700 registros ou casos válidos e a 53.300 para o ano 2011. Com esses bancos de dados preparados foi realizada a análise de regras de associação, resultando em mais de 150 regras que superaram os limites mínimos de suporte (10%) e confiança (85%). Porém, como foi discutido no capítulo metodológico, muitas das vezes as regras de associação são demais esperadas, pouco interessantes ou contém informação similar a outras regras. Por esta razão, uma análise de *interessabilidade* foi realizada resultando nas regras que a Tabela 19 e a Tabela 20 apresentam para o ano 2005 e o ano 2011 respectivamente.

Tabela 19 – Regras de associação mais interessantes para o ano 2005.

No.	Antecedente	Consequente	Suporte (%)	Confiança (%)
1	Mora em *cluster* produção baixa Mora em *cluster* crescimento em saturação	Mora no *cluster* 1	21,61	90,81
2	Mora em *cluster* produção baixa Nível de estudos básico Mora em *cluster* crescimento em saturação	Mora no *cluster* 1	13,17	89,42
3	Tamanho lar > 5 Estrato 1 ou 2	Nível de estudos básico	19,19	87,07
4	Estrato 1 ou 2 Tempo de viagem maior 60 min Mora em cluster crescimento em saturação	Nível de estudos básico	13,70	85,32
5	Distância viagem maior 12 km Estrato 1 ou 2	Nível de estudos básico	13,00	85,03
6	Estrato 3 Mora em *cluster* crescimento em saturação Mora no cluster 3	Mora em cluster produção média	12,48	88,66
7	Estrato 1 ou 2 Mora em *cluster* produção média Mora em *cluster* 3	Mora em cluster crescimento em saturação	14,43	96,07
8	Mora em cluster 2	Mora em cluster de crescimento consolidado	13,89	86,73

Fonte: Elaboração própria.

No primeiro caso, as regras número 1 e 2 demostram que o *cluster* 1 é a sub-região que apresenta piores condições de habitabilidade e acesso a oportunidades, baixa presença de emprego e baixo número de pessoas formadas academicamente. O que pode ser relacionado com piores condições de vida como sugerem as regras 3, 4 e 5. Ou seja, um menor perfil socioeconômico para responder por famílias mais numerosas e um enfrentamento cotidiano às piores condições de viagem registradas. Por outro lado, as regras 6 e 7 confirmam a importância das atividades dentro do *cluster* número três apesar de ter alta presença de áreas de estratos baixos 1, 2 e 3 e de saturação demográfica. Por último, a única regra gerada com relação ao *cluster* número 2 parece indicar que sua situação é muito diferente ao resto da cidade. Pelo menos de acordo ao estado do seu crescimento.

Tabela 20 – Regras de associação mais interessantes para o ano 2011.

No.	Antecedente	Consequente	Suporte (%)	Confiança (%)
1	Mora em cluster crescimento em saturação Mora em cluster produção baixa	Mora no *cluster* 1	21.42	94.29
2	Mora em cluster crescimento em saturação Nível estudos básico Estrato 1 ou 2	Mora no cluster 1	21.76	99.32
3	Mora em cluster produção média Tempo viagem maior 60 min Mora no cluster 1	Mora em cluster crescimento em saturação	11.17	94.90
4	Mora em cluster produção média Renda entre 1 e 2 salários mínimos Mora no cluster 1	Mora em cluster crescimento em saturação	11.14	95.39
5	Mora em cluster crescimento em saturação Modo utilizado ônibus Estrato 1 e 2	Mora no cluster 1	10.39	99.60
6	Modo utilizado a pé Nível estudos básico	Mora no cluster 1	16.08	90.22
7	Estrato 4	Mora no cluster 2	13.99	88.94
8	Mora em cluster crescimento consolidado Modo utilizado carro ou táxi	Mora no cluster 2	13.53	87.18

Fonte: Elaboração própria

Enquanto aos resultados do ano 2011, as regras da Tabela 20 parecem apontar aos mesmos padrões que a análise anterior. Porém, também elucidam algumas características novas dos *clusters* gerados na análise espacial. O mais relevante é que liga o *cluster* número dois com um estrato socioeconômico mais alto e com modos de transporte custosos e privados (regras 7 e 8). Ou seja, indica que as melhores condições de vida localizam-se em apenas 30% das subáreas estudadas e que, além disso, apresentam as menores taxas de população e crescimento. Seguramente, se esse 30% de subáreas fora transformado em porcentagem de população, o valor seria menor. Essa situação não concorda com o perfil da região estudada quando se tem em conta a importância da região a nível nacional e riqueza econômica que produz.

O segundo aporte desta análise corresponde, por um lado, à confirmação das piores características sociais do *cluster* número um como menores níveis educativos, de renda etc. E por outro, o alto uso de modos de transporte baratos como o ônibus e, inclusive, à realização a viagens a pé, tendo em conta a limitante do tempo de viagem mínimo de 15 minutos.

5.5 PRINCIPAIS CONSIDERAÇOES DA APLICAÇÃO PRÁTICA

A forma de síntese, três considerações principais são ressaltadas como resultado da aplicação das TMD na região Bogotá-Sabana.

Primeiro, das entrevistas realizadas e do processo de coleta de dados é possível afirmar que na região existe uma deficiente gestão de informação a nível municipal e, claramente, a nível metropolitano. Embora seja possível encontrar informação apropriada para o planejamento urbano dos municípios, a carência de um centro de gestão de informação ou de um banco de dados disponível de forma aberta para todas as secretarias de governo produz que exista um baixo nível de aproveitamento. Não existe um canal de comunicação constante dentro das prefeituras, o que impacta tanto a nível interno destas instituições como a nível externo – pesquisadores e público geral. Quando essa situação é extrapolada a escala metropolitana, a situação empiora. Neste contexto, sem as políticas públicas apropriadas, resulta muito complexo e difícil a superação dos obstáculos que impedem a articulação regional. Já no caso especifico das TMD, sua aplicação torna-se impossível sem sua matéria prima: a informação. Neste sentido, a prefeitura de Bogotá faz bem ao incluir em suas pesquisas aos municípios vizinhos – ponto chave para ter podido realizar a presente pesquisa. No entanto, ainda falta avançar muito mais neste sentido.

Segundo, a aplicação das TMD permite verificar o aprofundamento da segregação e da desigualdade social da área estudada. Todas as análises realizadas confirmam essa situação de uma ou outra maneira. Como já foi discutido, existem estudos que indicam que as mudanças realizadas na cidade estão revertendo esse desequilíbrio social. No entanto, os resultados atingidos permitem pensar que as tendências seguidas entre os anos 2005 e 2011 respondem mais a processos de longo prazo com raízes mais antigas. Ou seja, essas mudanças – ex. a implantação do sistema BRT – eram ainda muito recentes quando foram realizadas as pesquisas usadas neste estudo. Por essa razão, seu impacto positivo não é percebido, senão que de forma contraria, os resultados indicam que o contexto da região cada vez é pior. Uma melhora tangível vai precisar de décadas de esforço e mudanças por parte de todos os involucrados no desenvolvimento das cidades e municípios.

Em terceiro lugar, outro resultado interessante da aplicação é a associação dos indicadores de crescimento com processos que aumentam a segregação social como a periferização da população de menor renda. Quando no referencial teórico construído são estudados outros processos de crescimento metropolitano que são acompanhados por um desenvolvimento econômico das periferias. Nesse sentido, reforça-se a ideia anterior do grande quantidade de recursos, em termos de esforço e tempo, que tomará melhorar a situação geral da região.

Desta forma, a aplicação prática permite concluir que as TMD são apropriadas para o uso na gestão urbana. Por um lado, as TMD possuem uma vantagem especial frente ás ferramentas tradicionais em processos de tomada de decisão. As diferentes alternativas de visualização como o ACP com a possibilidade de rotação em três dimensiones ou a árvore hierárquica permitem entender facilmente o comportamento das variáveis, com a segurança que as análises também apresentam resultados numéricos para sua avaliação estatística. Por outro lado, a segunda vantagem destas ferramentas é a flexibilidade que o pesquisador tem para entender processos complexos que involucram dezenas de variáveis. Ou seja, não só é possível analisar dezenas de variáveis com milhares de registros, senão que a análise pode ser feita por diferentes caminhos: desde a visualização geográfica do método *k-means* até a formulação de regras da forma “se X então Y” que permitem gerar maior entendimento sobre os fenômenos pesquisados.

Sem lugar a duvida, o encontro da gestão urbana e das TMD criam toda uma linha de pesquisa que merece ser aprofundada para enfrentar os desafios atuais e futuros da cidade. Este ponto é discutido na próxima seção.

6 CONCLUSÃO.

A mineração de dados é uma inovadora linha de pesquisa que merece ser aprofundada com o objetivo de produzir metodologias úteis aos problemas urbanos. Sua capacidade para tratar grandes e complexas bases de dados é adequada na hora de estudar dinâmicas multidimensionais como o crescimento urbano das áreas metropolitanas. No entanto, frente à complexidade desses processos, seu uso prático dentro dos entes que intervêm na gestão de cidade dependerá de outros fatores, além do seu potencial.

Por um lado, a disponibilidade de informação atualizada, de qualidade e com os atributos necessários segundo o tipo de estudo, por exemplo, a segregação espacial desejada. As TMD podem ser aplicadas para estudos de regiões (como o caso atual), mas a escala geográfica pode variar tanto para cima – nacional etc. – como para baixo – urbano, rural, franjas periurbanas, bairros etc. Neste caso, a pesquisa realizada parece apontar que entre mais importante seja o caso de estudo no contexto local, maior são as chances de encontrar informação atualizada e disponível. Ou seja, para Bogotá é possível encontrar dados atualizados de boa qualidade devido às frequentes pesquisas realizadas por diversos atores, enquanto que a informação dos municípios da *Sabana* é gerada com baixa periocidade e baixa disponibilidade. Além disso, dentro de um mesmo caso de estudo como Bogotá, a geração de dados não é assegurado para todas as áreas por igual. Dentro de um mesmo ente territorial, a geração de dados pode estar focada quase exclusivamente nas áreas urbanas, deixando sem informação às áreas rurais.

Sobre este ponto, o estudo de caso escolhido parece ser clarificador. Por um lado, as áreas rurais de Bogotá e dos municípios vizinhos não puderam ser incluídos porque os bancos de dados não apresentavam informação relevante. Se o objetivo do estudo tivesse sido estudar a franja periurbana de Bogotá e Soacha com TMD, o primeiro passo necessário teria sido a geração dos dados. Isso é um impedimento importante para sua aplicação prática. Por outro lado, o desequilíbrio encontrado na área de estudo entre Bogotá e os demais municípios também demostra um obstáculo a solucionar. Nota-se que as pesquisas de mobilidade utilizadas incluíram os demais municípios pela necessidade de estudar essa população que cotidianamente entra e sai da cidade, utilizando os sistemas de transporte público e a infraestrutura da cidade. É uma pesquisa particular de Bogotá que adota uma visão regional do fenômeno a estudar.

Por isso, se uma região metropolitana não conta com estruturas institucionais que afrontem os processos metropolitanos baseando-se em resultados acadêmicos, em

geração de dados, o uso das TMD pode resultar bastante limitado. Para o estudo de caso e outras regiões metropolitanas similares, recomenda-se utilizar uma visão mais holística na hora de afrontar os processos territoriais e planejar o futuro da cidade. Também é recomendável adotar instrumentos inovadores para a recolecção frequente de informação como os SIG, a teledetecção de alta resolução, os sistemas de detecção automática da localização e a localização geográfica via satélite.

O segundo fator que pode otimizar ou não a aplicação das TMD na gestão urbana é a capacidade de interpretação do fenômeno por parte do gestor urbano. Como pode ser percebido, durante o desenvolvimento do estudo e a interpretação dos resultados, foi possível vincular os padrões identificados pelas TMD com a fundamentação teórica construída. Essa tarefa realizada demostra que as TMD permitem verificar a presença ou ausência de processos descritos na teoria de uma forma bastante prática, mas essa etapa deve ser realizada pela parte humana do estudo, o pesquisador ou a pesquisadora.

Neste sentido, podem adotar-se dois caminhos. O primeiro e que seguramente pode ser encontrado na gestão de muitas cidades, é que o pessoal dos entes de planejamento e gestão tenha a formação acadêmica necessária para entender os complexos fenômenos urbanos. No entanto, sempre é possível ir um passo além. A segunda alternativa proposta é a continuação de pesquisas deste tipo que possam gerar teoria, metodologias e procedimentos de acordo às necessidades do mundo laboral. Ou seja, que o uso das TMD não seja uma exclusividade dos entes de planejamento que podem contar com pessoal altamente qualificado, mas que também possa disponibilizar-se de ferramentas e métodos que gerem mais acessibilidade e aumentem o uso das TMD. Por exemplo, *softwares* especializados de fácil entendimento e aplicação, como atualmente sucede com os SIG.

Neste sentido, o presente estudo pode ser adotado como um procedimento metodológico replicável em outra realidade territorial. De fato, a pesquisa realizada é limitada enquanto as respostas que consegue elucidar fora do contexto do estudo de caso adotado. No entanto, comprova a utilidade das DTM como uma ferramenta alternativa no processo interminável da gestão urbana. Por isso, sua replicação em outras regiões metropolitanas, que apresentem vantagens e desvantagens frente à região *Bogotá – Sabana*, pode refinar a metodologia aqui aplicada para que, por um lado, se potencialize a capacidade de resposta das TMD e, por outro, se conclua em um procedimento de fácil aplicação e interpretação, útil na prática da gestão urbana.

Outra possibilidade para continuar a pesquisa realizada é a inclusão das TMD preditivas. A partir deste tipo de ferramentas, é possível gerar modelos preditivos segundo o foco desejado. De acordo com os resultados atingidos, a modelagem de possíveis áreas de crescimento urbano precisaria da inclusão de novas variáveis que ajudem a explicar melhor esse processo tão complexo. No entanto, com os bancos de dados coletados é possível construir modelos sobre outras questões urbanas como os atributos das viagens cotidianas ou a dinâmica de crescimento e deslocamento dos setores econômicos. Demais alternativas para continuar a exploração das TMD dentro da gestão urbana seria a mudança da escala geográfica e a inclusão de mais recortes temporais.

Frente à hipótese, a aplicação prática demostra a grande limitação que a falta de articulação metropolitana pode ser quando são propostos projetos e ferramentas inovadores como as TMD. No entanto, superar parte dessa limitação, como foi realizado com a árdua coleta de dados, abre a possibilidade que sejam esses mesmos projetos e ferramentas inovadoras as que criem o caminho á articulação. Ou seja, o presente trabalho foi realizado em uma região com uma deficiente gestão de informação a nível metropolitano, demostrando que podem existir alternativas para fortalecer as relações metropolitanas fora do mundo da politica e as esferas do poder público.

Definitivamente, o presente trabalho potencializa o uso das TMD na gestão urbana. Outros fenômenos urbanos podem ser explorados com este tipo de ferramentas, tais como os relacionados à saúde pública, contaminação, infraestrutura, planejamento, mobilidade urbana, entre outros.

7 REFERÊNCIAS

ABDI, H. Factor rotations in factor analyses. **Encyclopedia for Research Methods for the Social Sciences**, p. 792–795, 2003.

ACEVEDO, J. Resumen del libro. El transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Una visión al 2040. **Revista de ingenieria**, v. 29, p. 156–162, 2009.

ALFONSO, Ó. A. **Profundización de las relaciones de metropolización de Bogotá con la Sabana**VIII Seminário ACIUR. **Anais**...Bogotá: 2010Disponível em: <http://institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/Profundizacion_Relaciones_Metropolizacion_Bogota-Alfonso_Oscar-Documento.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2014

ALLEN, A. La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo. **Cuadernos del Cendes**, v. 20, n. 53, p. 7–21, 2003.

ALTUZARRA ARTOLA, A. et al. **Territorios Inteligentes: Dimensiones y Experiencias Internacionales.** La coruña: Netbiblo, 2008. p. 400

AVILA SÁNCHEZ, H. Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos: Las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América. **Investigaciones geográficas**, v. 45, p. 108 – 127, 2001.

AVILA SÁNCHEZ, H. Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. **Estudios Agrarios**, v. 41, p. 93–123, 2009.

BERRY, B. J. L. The counterurbanization process: Urban America since 1970. In: **Urbanization and counterurbanization**. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1976. p. 17–30.

BIELZA, V.; GONZÁLEZ, R. D. M. Reestructuración económico-territorial de las grandes ciudades y nuevos enfoques para su estudio. In: **Lecturas geográficas. Homenaje a José Estébanez Alvarez**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2000. p. 983–1003.

BOCAREJO, J. P.; OVIEDO, D. Transport accessibility and social inequities : a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 142–154, 2012.

BOCAREJO, J. P.; PORTILLA, I.; PÉREZ, M. A. Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. **Research in Transportation Economics**, v. 40, n. 1, p. 78–86, abr. 2013.

CARRIÓN, F. Las nuevas tendencias de la urbanización en América Latina. **La ciudad construida**, 2001.

CARVAJAL, N. I. **La dinámica del ordenamiento territorial en Colombia: contraste de dinámicas urbano-rurales en la región metropolitana de Bogotá**. [s.l.] Universidad de Montreal, 2011.

CASTELLS, M. Capítulo 1: La revolución de la Tecnología de la Información. In: **La era de la información: economía, sociedad y cultura - Vol. 1 La sociedad Red**. México D.F.: Siglo XXI, 1999. v. 1p. 55 – 92.

CICCOLELLA, P. Revisitando la metrópolis latinoamericana más allá de la globalización. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, v. 8, p. 9–21, 2012.

CORBETTA, P. Capítulo 10. La entrevista cualitativa. In: **Metodología y técnicas de investigación social**. [s.l.] McGraw-Hill, 2007. p. 344 – 361.

DANE. **Censo General. 2005 Perfil Bogotá**BogotáDepartmento Nacional de Estadisticas - DANE, , 2010a.

DANE. **Estimaciones de población 1985-2005 (4) y proyecciones de población 2005-2020 nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad**BogotáDepartmento Nacional de Estadisticas - DANE, , 2010b.

DANE. **Cuentas Trimestrales de Bogotá D . C . Producto Interno Bruto (PIB) Primer , segundo y tercer Trimestre de 2013**BogotáDepartmento Nacional de Estadisticas - DANE, , 2014.

DE COS GUERRA, O. **SIG y evaluación multicriterio: propuesta metodológica para cuantificar el grado de metropolización en el territorioMapping**SantanderDpto de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio - Universidad de CAntabria, , 2007. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2251005&info=resumen&idioma=ENG>. Acesso em: 11 mar. 2014

DE MATTOS, C. Globalización y metamorfosis metropolitana en América Latina: De la ciudad a lo urbano generalizado. **Revista de Geografía Norte Grande**, v. 47, p. 3–32, 2010.

DEMATTEIS, G. Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas. In: MONCLÚS, J. (Ed.). . **La ciudad dispersa**. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 1998. p. 17–34.

DPU. **SUELO URBANO Y VIVIENDA PARA LA POBLACIÓN DE INGRESOS BAJOS Estudios de caso : Bogotá-Soacha-Mosquera; Medellín y Área Metropolitana**LondonDevelopment Planning Unit - DPU University College London, , 2006.

ESTÉBANEZ, J. Los espacios urbanos. In: ESTÉBANEZ, J.; MÉNDEZ, R.; PUYOL, R. (Eds.). . **Geografía Humana**. Segunda ed. Madrid: Ediciones Cátedra S.A., 1992. p. 357 – 587.

FERRÁS, C. El enigma de la contraurbanización: fenómeno empírico y concepto caótico. **EURE (Santiago)**, v. XXXIII, n. 98, p. 5–25, 2007.

FREY, K. Integração regional em Colômbia: o difícil caminho em direção a arranjos institucionais de governança regional e metropolitana. **DRd-Desenvolvimento Regional em debate**, v. 3, n. 1, p. 79–101, 2013.

GARCÍA PALOMARES, J. C. Incidencia en la movilidad de los principales factores de un modelo metropolitano cambiante **. **EURE (Santiago)**, v. XXXIV, n. 101, p. 5–24, 2008.

GARREAU, J. The seach for the future inside ourselves. In: **Edge city: Life on the new frontier**. New York: Anchor Books Ed., 1992. p. 1–17.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data mining: concepts and techniques**. Second ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2006.

IAQUINTA, D.; DRESCHER, A. Defining Periurban: Understanding Rural-urban Linkages and Their Connection to Institutional Contexts. **Land Reform, Land Settlement and Cooperatives**, v. 2, p. 8–26, 2000.

KATZ, C. América Latina frente a la crisis global. **La explosión de la crisis global. América Latina y Chile en la encrucijada**, p. 43–67, 2009.

KAUCHAKJE, S. et al. Redes socio-técnicas y participación ciudadana: propuestas conceptuales y analíticas para el uso de las TICs. **REDES**, v. 11, n. 3, p. 1–26, 2006.

LATTES, A. Urbanización, crecimiento urbano y migraciones en América Latina. **Pensamiento iberoamericano**, 1995.

LIAO, S.-H.; CHU, P.-H.; HSIAO, P.-Y. Data mining techniques and applications – A decade review from 2000 to 2011. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 12, p. 11303–11311, set. 2012.

MÉNDEZ, R. Transformaciones económicas de la metrópoli neoliberal en América Latina y Europa: Tendencias comunes vs. trayectorias locales. **Actas del Congreso Internacional América Latina: La autonomía de una región**, p. 796–805, 2012.

MÉNDEZ, R.; SÁNCHEZ MORAL, S. Spanish cities in the knowledge economy: Theoretical debates and empirical evidence. **European Urban and Regional Studies**, v. 18, n. 2, p. 136–155, 26 nov. 2010.

MENNIS, J.; GUO, D. Spatial data mining and geographic knowledge discovery—An introduction. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 33, n. 6, p. 403–408, nov. 2009.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. **Serie Planes de Ordenamiento Territorial. Guía No 1. Revisión y Ajuste de Planes de Ordenamiento Territorial**. Bogotá: [s.n.].

MONCLÚS, J. Suburbanización y nuevas periferias. Perspectivas geografico-urbanísticas. In: MONCLÚS, J. (Ed.). . **La ciudad dispersa. Suburbanización y nuevas …**. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 1998. p. 5–16.

NELLO, O. Los confines de la ciudad sin confines. In: **La ciudad dispersa. Suburbanización y nuevas …**. [s.l: s.n.]. p. 35–58.

NETTO, V. M.; VARGAS, J. C.; DE SABOYA, R. T. (Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4, n. 446, p. 261, 2012.

OLIVEIRA, S. G. et al. Desafios nas entrevistas de uma investigação qualitativa. Relato de experiência. **Investigación y Educación en Enfermería**, v. 29, n. 3, p. 485–491, 2011.

PECHA Q., P. et al. **HISTORIA INSTITUCIONAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. TOMO II. Bogotá, bajo la República Unitaria: 1886 - 2010**. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.; Colegio Mayor Universidad del Rosario, 2011. p. 242

PNUD. **Bogotá una apuesta por Colombia. Informe de Desarrollo Urbano 2008**. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2008. p. 1–334

PNUD. **Cundinamarca. Frente a los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Estado de Avance 2012**. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2012. p. 118

PRECEDO LEDO, A. De los lugares a las redes. In: PUYOL ANTOLÍN, R.; VINESA ANGULO, J. (Eds.). . **Ciudad y desarrollo urbano**. Madrid: Editorial Síntesis S.A., 1996. p. 53–65.

PRECIADO BELTRÁN, J. **Bogotá región: crecimiento urbano en la consolidación del territorio metropolitano**"SEMINARIO INTERNACIONAL BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA: AVANCES Y PERSPECTIVAS EN LA INTEGRACIÓN REGIONAL." **Anais**...Bogotá: Corporación Autónoma de Cundinamarca –CAR-, 2009

PYLE, D. **Data Preparation for Data Mining**. San Francisco, California: Morgan Kaufmann., 1999. p. 9–43

SANTOS, M. Os espaços da globalização. In: **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. p. 23–29.

SASSEN, S. The Global City: Introducing a Concept. **The Brown Journal of World Affairs**, v. 11, n. 2, p. 27 – 43, 2005.

SDP. **Región Capital: Bogotá - Cundinamarca**. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2011a.

SDP. **Bogotá ciudad de estadísticas. Boletín No. 22 Densidades Urbanas. El Caso de Bogotá**BogotáSecretaría Distrital de Planeación. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., , 2011b.

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE. **Encuesta de Movilidad 2005.**Bogotá, 2005.

SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD. **Informe de indicadores Encuesta de Movilidad de Bogotá 2011**Bogotá, 2011.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianopolis: UFSC, 2005. p. 138

SOJA, E. W. Algunas consideraciones sobre el concepto de ciudades región globales. **Ekonomiaz: Revista vasca de economía**, v. 58, n. 1, p. 44 – 75, 2005.

SOUZA, F. T. DE. **Predição de escorregamentos das encostas do município do rio de janeiro através de técnicas de mineração de dados**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, F. T. DE. A data-based model to locate mass movements triggered by seismic events in Sichuan, China. **Environmental monitoring and assessment**, v. 186, n. 1, p. 575–87, jan. 2014.

SWYNGEDOUW, E. Globalisation or “glocalisation”? Networks, territories and rescaling. **Cambridge Review of International Affairs**, v. 17, n. 1, p. 25–48, 1 abr. 2004.

ULTRAMARI, C.; MOURA, R. **Metrópole: Grande Curitiba ; teoria e prática**. [s.l.] IPARDES, 1994. p. 154

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects: The 2011 Revision**. New York: Department of Economic and Social Affairs. Population Division., 2012. p. 1–33

VALLADARES, L. Pensando a pobreza urbana no Brasil. In: BOSCHI, R. (Ed.). . **Corporativismo e desigualdade: a construção do espaço público no Brasil**. Rio Fundo: IUPERJ, 1994. p. 81–111.

WESSELS, G.; PARDO, C. F.; BOCAREJO, J. P. **BOGOTÁ 21 Hacia una Metrópoli de Clase Mundial Orientada al Transporte Público**. Bogotá: Editorial Scripto, 2012.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

8 APÊNDICE

8.1 APÊNDICE 1: ROTEIRO ENTREVISTA QUALITATIVA SEMIESTRUTURADA

Nome:
Cargo:
Instituição:

1. ¿Como é a geração de informação e dados uteis para a gestão urbana? ¿qual é a principal fonte de informação? ¿qual é o grau de dependência com as instituições públicas (ex. DANE, IGAC)? ¿Com instituições privadas (ex. Câmara de comércio)? ¿com instituições educativas (universidades)? ¿com empresas e consultores externos?
2. ¿Quais dados são mais comumente gerados de forma interna? ¿como são gerados esses dados (ex. Entrevistas, SIG)? ¿qual é a frequência de geração desses dados? ¿por quê?
3. ¿Qual é a segregação espacial dos dados que geram? ¿são processados a través de SIG?
4. ¿Como é a comunicação e articulação com Bogotá? ¿existe um canal aberto para o intercambio de informação? ¿os planos locais são articulados aos planos de Bogotá? ¿as secretarias de Bogotá apoiam a formulação dos seus planos?
5. ¿Como é a comunicação e articulação com os outros municípios? ¿existe um canal aberto para o intercambio de informação? ¿os planos locais são articulados?
6. ¿Como é a comunicação e articulação com a *Gobernación de Cundinamarca*? ¿existe um canal aberto para o intercambio de informação? ¿como é o apoio da *Gobernación de Cundinamarca* para a formulação dos planos e a articulação da região?
7. ¿Como utilizam os dados gerados? ¿existe algum centro de armazenamento de dados? ¿são esses dados publicados para o uso público?
8. ¿Quais são os principais produtos publicados?
9. ¿Como é o processo para a formulação de planos? ¿como são monitorados os avanços?
10. ¿Quais são os processos urbanos mais monitorados? ¿Como?