



DESENHO DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO RESET

Bruna Oliveira Rosa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho
Glaydston Mattos Ribeiro

Rio de Janeiro
Junho de 2016

DESENHO DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: UMA APLICAÇÃO
DO MÉTODO RESET

Bruna Oliveira Rosa

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Rômulo Dante Orrico, D. Sc.

Prof. Glaydston Mattos Ribeiro, D.Sc.

Prof. Guilherme de Castro Leiva, D.Sc

Prof. Ilton Curty Leal Junior, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2016

Rosa, Bruna Oliveira

Desenho de Rede de Transporte Público Urbano: Método RESET. / Bruna Oliveira Rosa. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

XIV, 152 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho

Glaydston Mattos Ribeiro

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 124-128.

1. Transporte Público 2. Desenho de Redes. 3 Polos Urbanos. I. Orrico Filho, Rômulo Dante *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

DEDICATÓRIA

À minha fortaleza, minha batalhadora Mãe.

“A vida é um presente, e nos oferece o privilégio, a oportunidade, e a responsabilidade para devolver algo nos tornando mais.”

Anthony Robbins

AGRADECIMENTOS

À lucidez de pensamento, à força e plenitude vital. Todos os momentos vividos sejam eles de aprendizados, desilusões, probatórios ou de felicidade extrema foram pontuais e traduzem quem sou.

À minha mãe Beatriz que sempre foi a minha base e inspiração para tudo. Além de exercer o papel maravilhoso e árduo de ser mãe, teve que assumir os pesares e prazeres de também se tornar “pai”. Mulher batalhadora, independente, inteligente e de grandes virtudes. Obrigada pelo incentivo e dedicação.

À minha família, pelo suporte e amor.

Ao meu amigo e namorado Vitor, por me fazer uma mulher feliz e realizada. Pelo carinho de todos os dias e amor dedicado mesmo em momentos de crise. Por me auxiliar nesse percurso tortuoso. Obrigada por creditar seu amor em nós.

Agradeço também ao grande amigo que a universidade me concedeu, Narciso. Antigo e eterno orientador, mas, sobretudo conselheiro e principal incentivador da minha carreira. Pela ajuda e suporte na realização desse estudo, principalmente. Obrigada pela confiança na minha capacidade.

Ao meu orientador Rômulo, pelos momentos de aprendizado, e pela inspiração que representa para seus alunos, colegas e amigos. Inspiração que me ajudou a refletir sobre me dedicar a esse trabalho incrível que é ser um profissional da educação.

Ao Glaydston, também orientador, agradeço por aceitar o convite e me ajudar nesse caminho, que sabemos, foi desafiador. Sua dedicação à profissão é invejável e incomparável, foi uma felicidade poder ter seu apoio.

Aos examinadores Guilherme Leiva e Ilton Curty, agradeço a disponibilidade em fazer parte desse momento e pela oportunidade de ter suas contribuições à minha pesquisa.

Aos colaboradores do Programa de Engenharia de Transportes por todo o suporte.

E a todos os colaboradores da pesquisa realizada, principalmente ao núcleo de Geografia da Unimontes e à Secretaria de transportes de Montes Claros.

Ao Instituto Federal pela compreensão da importância à minha dedicação.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

DESENHO DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO RESET

Bruna Oliveira Rosa

Junho/2016

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho
Glaydston Mattos Ribeiro

Programa: Engenharia de Transportes

Alguns dos objetivos de uma rede de transporte público são proporcionar a maior cobertura da área urbana, atraindo ao mesmo tempo o maior número de usuários dentro das restrições financeiras existentes. Mas, não apenas isso, é necessário ter ciência dos impactos que interferem no uso do solo, compreendendo os objetivos sociais que a região pretende alcançar. Os estudos sobre desenho de redes de transporte público tornam-se um aporte fundamental na melhoria do planejamento do transporte público nos diversos polos urbanos. Uma variedade de autores retratou esse tema em seus estudos, utilizando-se de técnicas distintas e concretizando a formulação de modelos que se adéquam a objetivos diversos. O que este trabalho propõe é a aplicação do método RESET, marcado por seu caráter intuitivo e por ser concebido para as cidades brasileiras. Realizou-se uma análise comparativa entre a rede de transporte público atual da cidade Montes Claros e a rede planejada através do estudo das linhas com ligações diretas entre determinados polos de desenvolvimento. O resultado indicou um aumento de 52% do índice geral de oferta de Transporte Público para esses polos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.).

URBAN PUBLIC TRANSPORT NETWORK DESIGN: AN APPLICATION OF THE
RESET METHOD

Bruna Oliveira Rosa

June/2016

Advisors: Rômulo Dante Orrico Filho
Glaydston Mattos Ribeiro

Department: Transportation Engineering

The basic objective of a public transport network is to provide wider urban area coverage, attracting at the same time increased amount of users - considering existing financial restrictions – taking into account impacts that interfere in soil usage and, furthermore, understanding the social objectives the region intends to fulfill. The studies of public transport network design have become fundamental to support an enhanced planning of the public transport in the different urban centers. A variety of authors reported this theme in studies, making use of distinct techniques and building models that fit diverse goals. This thesis proposes utilizing one of the methods: the RESET. It is characterized for its intuitive method and for being created to be used in Brazilian cities. A comparative analysis between the current public transport network of a medium-sized city and its planned network considering the method mentioned above has been developed. In order to do so, direct connection lines amongst determined development urban centers were studied and a 52% increase of the General Public Transport Supply index could be observed for these urban centers.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Apresentação do Problema de pesquisa.....	2
1.2	Relevância do problema estudado	3
1.3	Objetivo do estudo	4
1.4	Justificativa	5
1.5	Estrutura da Dissertação	6
2	PROBLEMÁTICA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....	7
2.1	Transporte Público nos países em desenvolvimento	7
2.2	Transporte como indutor do desenvolvimento	10
2.3	Redes de Transporte Público	11
2.4	Acessibilidade.....	14
2.5	Conceituando Cidades Médias.....	20
2.6	Tópicos conclusivos.....	22
3	MODELOS DE DESENHO DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	23
3.1	Métodos atuais de desenho de rede de linhas de transporte público.....	23
3.2	Métodos Intuitivos	24
3.2.1	Os Naturais	24
3.2.2	Os Planejados	25
3.3	Métodos Analíticos	25
3.3.1	Abordagens matemáticas.....	27
3.3.2	Abordagens heurísticas.....	27
3.3.3	Abordagens Metaheurísticas	28
3.3.4	Outras abordagens	29
3.4	Planejamento <i>versus</i> Otimização no Transporte Público	30
3.5	Tópicos conclusivos.....	31
4	MÉTODO RESET.....	32
4.1.1	Seleção dos Polos de Desenvolvimento	34
4.1.2	Definição dos Pontos de Articulação.....	39
4.1.3	Estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo.....	43
4.1.4	Concepção das linhas da rede.....	45
4.2	Tópicos conclusivos.....	47
5	MATERIAIS E MÉTODOS	48
5.1	Alterações para aplicação do Método RESET.....	50
5.2	Índice de Acessibilidade a partir do número de ligações diretas	55

5.3	Caracterização da cidade de Montes Claros	56
5.3.1	Aspectos urbanos da cidade.....	57
5.3.2	Transporte Público na cidade	60
6	APLICAÇÃO DO MÉTODO RESET EM UMA CIDADE MÉDIA BRASILEIRA	63
6.1	Análise da rede atual da cidade.....	63
6.2	Resultados da aplicação do Método RESET	68
6.2.1	Seleção dos polos de desenvolvimento	68
6.2.2	Definição dos Pontos de Articulação.....	85
6.2.3	Estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo.....	88
6.2.4	Concepção das linhas da Rede.....	91
6.3	Tópicos conclusivos.....	103
7	ANÁLISE COMPARATIVA DAS REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	104
7.1	Análise das linhas dos Polos de desenvolvimento.....	104
7.2	Tópicos conclusivos.....	120
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	121
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	124
10	APÊNDICE A	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Métodos de desenho de Rede de Transporte Público	23
Figura 2: Etapas do Método RESET	33
Figura 3: Primeira etapa do Método RESET.....	35
Figura 4: Fluxograma sobre Seleção dos Polos de Desenvolvimento do Método RESET	37
Figura 5: Segunda etapa do Método RESET.....	39
Figura 6: Fluxograma sobre Definição dos Pontos de Articulação do Método RESET	41
Figura 7: Terceira etapa do Método RESET	43
Figura 8: Fluxograma sobre estabelecimento do Sistema Viário Estrutural de Transporte Coletivo do Método RESET.....	44
Figura 9: Quarta etapa do Método RESET.....	45
Figura 10: Fluxograma sobre Concepção das Linhas da Rede do Método RESET	46
Figura 11: Fluxograma adaptado sobre Seleção dos Polos de Desenvolvimento do Método RESET	50
Figura 12: Fluxograma adaptado sobre Definição dos Pontos de Articulação do Método RESET	52
Figura 13: Fluxograma de seleção das Avenidas que compõem o SVETC	53
Figura 14: Fluxograma de seleção das Linhas de Transporte Público atuais que compõem o SVETC.....	54
Figura 15: Fluxograma adaptado sobre Concepção das linhas do Método RESET	55
Figura 16: Mapa localização do município de Montes Claros/MG	57
Figura 17: Rede de Transporte Público de Montes Claros.....	64
Figura 18: Densidade de linhas por bairro.....	65
Figura 19: Polos de Geração de viagem (Matriz OD).....	66
Figura 20: Regiões de Planejamento da cidade de Montes Claros.....	70
Figura 21: Zonas de atração de viagens da cidade de Montes Claros	72
Figura 22: Zonas de produção de viagens da cidade de Montes Claros.....	73
Figura 23: Seleção das Zonas de maior volume de atração e produção de viagens	74
Figura 24: Densidade X Renda da cidade de Montes Claros	76
Figura 25: Sobreposição da Densidade alta x Renda baixa e as Zonas de Produção e atração de viagens.....	78

Figura 26: Recorte das regiões associadas à Densidade alta x Renda baixa e Produtoras e atradoras de viagens.....	79
Figura 27: Inserção dos subcentros econômicos da cidade de Montes Claros.....	81
Figura 28: Recorte das regiões atradoras/produtoras, densidade alta x renda baixa e subcentros econômicos.....	82
Figura 29: Polos de Desenvolvimento da cidade de Montes Claros.....	84
Figura 30: Pontos de articulação definidos para Montes Claros/MG.....	87
Figura 31: Principais Avenidas em Montes Claros/MG.....	89
Figura 32: Sistema Viário Estruturador de Transporte Coletivo de Montes Claros/MG	90
Figura 33: Linhas Radiais planejadas para Montes Claros/MG.....	92
Figura 34: Linhas Transversais planejadas para Montes Claros/MG.....	94
Figura 35: Linhas Circulares Planejadas para Montes Claros/MG.....	96
Figura 36: Linhas Locais Oeste planejadas para Montes Claros/MG.....	97
Figura 37: Linhas Locais Norte planejadas para Montes Claros/MG.....	98
Figura 38: Linhas Locais Sul planejadas para Montes Claros/MG.....	99
Figura 39: Linhas Locais Leste planejadas para Montes Claros/MG.....	100
Figura 40: Rede de Transporte Público Planejada para Montes Claros/MG pelo Método RESET.....	102
Figura 41: Linhas com ligações diretas ao Centro pela rede atual.....	106
Figura 42: Linhas com ligações diretas ao Centro pela rede planejada.....	108
Figura 43: Linhas com ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede atual.....	110
Figura 44: Linhas com ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede planejada.....	112
Figura 45: Linhas com ligações diretas ao Village do Lago pela rede atual.....	114
Figura 46: Linhas com ligações diretas ao Village do Lago pela rede planejada.....	116
Figura 47: Número de regiões interligadas por linhas diretas em cada polo na rede atual.....	117
Figura 48: Número de regiões interligadas por linhas diretas em cada polo na rede planejada.....	118
Figura 49: Linhas com ligações diretas ao Delfino pela rede atual.....	130
Figura 50: Linhas com ligações diretas ao Delfino pela rede planejada.....	132
Figura 51: Linhas com ligações diretas ao Independência pela rede atual.....	134
Figura 52: Linhas com ligações diretas ao Independência pela rede planejada.....	136
Figura 53: Linhas com ligações diretas ao Major Prates pela rede atual.....	138
Figura 54: Linhas com ligações diretas ao Major Prates pela rede planejada.....	140

Figura 55: Linhas com ligações diretas ao Maracanã pela rede atual	142
Figura 56: Linhas com ligações diretas ao Maracanã pela rede planejada.....	144
Figura 57: Linhas com ligações diretas ao Santos Reis pela rede atual	146
Figura 58: Linhas com ligações diretas ao Santos Reis pela rede planejada.....	148
Figura 59: Linhas com ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede atual	150
Figura 60: Linhas com ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede planejada	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Conceitos de acessibilidade	17
Tabela 2: Matriz comparativa dos Polos	67
Tabela 3: Caracterização dos Pontos de Articulação de Montes Claros/MG (continua)	85
Tabela 4: Detalhamento dos polos por onde passam as Linhas Radiais	93
Tabela 5: Detalhamentos dos polos por onde passam as Linhas Transversais.....	95
Tabela 6: Índice geral comparativo da oferta de Transporte Público da rede planejada para Montes Claros	104
Tabela 7: Número de Ligações diretas ao Centro pela rede atual	105
Tabela 8: Número de Ligações diretas ao Centro pela rede planejada.....	107
Tabela 9: Número de Ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede atual.....	109
Tabela 10: Número de Ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede planejada.....	111
Tabela 11: Número de Ligações diretas ao Village do Lago pela rede atual	113
Tabela 12: Número de Ligações diretas ao Village do Lago pela rede planejada.....	115
Tabela 13: Número de Ligações diretas ao Delfino pela rede atual	129
Tabela 14: Número de Ligações diretas ao Delfino pela rede planejada	131
Tabela 15: Número de Ligações diretas ao Independência pela rede atual.....	133
Tabela 16: Número de Ligações diretas ao Independência pela rede planejada	135
Tabela 17: Número de Ligações diretas ao Major Prates pela rede atual.....	137
Tabela 18: Número de Ligações diretas ao Major Prates pela rede planejada	139
Tabela 19: Número de Ligações diretas ao Maracanã pela rede atual	141
Tabela 20: Número de Ligações diretas ao Maracanã pela rede planejada.....	143
Tabela 21: Número de Ligações diretas ao Santos Reis pela rede atual	145
Tabela 22: Número de Ligações diretas ao Santos Reis pela rede planejada.....	147
Tabela 23: Número de Ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede atual	149
Tabela 24: Número de Ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede planejada.....	151

1 INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, principalmente as de grande e médio porte, vêm apresentando um aumento da frota veicular, que transfere consequências cada vez mais preocupantes para o desenvolvimento econômico dessas cidades.

O transporte público, portanto, se torna uma solução indispensável para a melhoria da qualidade de vida nas grandes e médias cidades. O esforço pela melhoria da eficiência do transporte público surge como uma das pautas em discussão entre as entidades governamentais. Acredita-se que um transporte público de qualidade atrairá um número maior de usuários, que deixariam de utilizar o veículo particular como único meio de transporte. Além disto, espera-se beneficiar os usuários atuais do sistema, que conseguiriam realizar mais e melhores viagens e possivelmente poder realizar maior número de atividades diariamente.

Algumas alternativas são apresentadas para a solução dos problemas e várias são as pesquisas existentes neste sentido. A adequação do planejamento urbano e uso do solo, articulado ao sistema de transporte público torna-se uma solução cada vez mais imperativa, considerando o transporte coletivo como motivador de desenvolvimento urbano, ao conceber facilidade no deslocamento da população.

Segundo Orrico F^o (2013) uma rede de transporte público eficiente deve integrar os diversos polos de desenvolvimento e promovê-los, não apenas ligar as zonas de atração e geração de viagens, como é realizado na maioria dos casos nas cidades brasileiras.

Este tema é tratado com profundidade em um Roteiro Metodológico resultante de atividades de pesquisa em projetos sobre os transportes públicos, por um grupo de professores de universidades brasileiras, que se denomina RESET – Rede de Estudos de Engenharia e Socioeconômica de Transportes.

O roteiro, que aqui será chamado de Método RESET, descreve conceitualmente as etapas para concepção de rede de transporte público. Propõe que o estímulo aos subcentros ou polos de desenvolvimento se dê pelo incentivo aos serviços de transporte público interligando essas regiões, sem obrigatoriedade de passar pela área central, reduzindo a concentração de linhas, evitando a circulação de veículos que não tenham o centro como destino ou origem.

Este estudo traz como objetivo a realização de um “Ensaio Ilustrativo” do método RESET, como forma de verificar sua função na melhoria da acessibilidade da população de uma cidade média.

1.1 Apresentação do Problema de pesquisa

O sistema de transporte público deve ser considerado como instrumento para aproximação de atividades e como uma forma de superar os obstáculos da insuficiência econômica. Regiões próximas quando consideradas em sua individualidade, em termos de acessibilidade, não estão integradas entre si. Essa deficiência impede acumulação local do capital e a consolidação de uma demanda unificada.

Os desenhos da rede de transporte público das cidades brasileiras, normalmente, favorecem a concentração no núcleo central das cidades. Estabelecendo neste núcleo, grandes fluxos de diferentes partes das cidades, já que este abriga uma variedade de funções, constituindo o principal espaço de mercado de trabalho da cidade e, por conseguinte, espaço de deslocamento e convergência de população.

A presença de rede de transporte no núcleo central dá suporte à instalação e à expansão de atividades econômicas que, articuladas ao crescimento da população que frequenta esse espaço, aumentam o número de veículos em circulação.

A não integração de outras centralidades é um aspecto que favorece a acumulação, tanto econômica, como de infraestrutura na área central. Em termos de cenário concorrencial, o sistema de transporte reduz as impedâncias no sentido bairro-centro em relação aos custos do movimento bairro-bairro, favorecendo prioritariamente o desenvolvimento da área central. Em tese o modelo de cidade monocentral pode estar reduzindo o campo de atuação do planejamento de transporte.

Grande parte desse quadro foi determinado pelo processo histórico de ocupação do solo, que expandiu a cidade em torno do centro construindo grandes corredores viários ligando radialmente as extremidades da cidade ao hipercentro. Dependente dos fluxos direcionados para a região central coube ao planejamento do transporte coletivo seguir e reforçar a estrutura radial assumindo a proposta de induzir os fluxos dispersos para os grandes corredores com objetivo de formar grandes contingentes nessas regiões com o hipercentro como destino.

Com a expansão da população urbana brasileira observada na segunda metade do século XX, a real eficiência desse modelo sofre questionamentos. Os investimentos

na capacidade e no número de vias não conseguem acompanhar a taxa de crescimento populacional e menos ainda a taxa de motorização.

Comumente no planejamento da rede de transporte, a estruturação é realizada por meio da observação da pesquisa Origem-Destino e das linhas de desejo, como base para a alocação das viagens. A desvantagem neste tipo de planejamento é que ele não considera o transporte público como estimulador de novas centralidades, nesse planejamento as linhas são sobrepostas na demanda já existente.

Deve-se entender, portanto a rede de Transporte Público não apenas com o papel de corretor das deficiências da distribuição urbana, mas principalmente como fator de apropriação para o planejamento urbano da cidade, desenvolvendo o papel de agente transformador do espaço urbano.

O Método RESET diferentemente dos modelos pesquisados, propõe que as redes de transportes coletivos urbanos sejam concebidas não apenas em função dos maiores volumes de deslocamentos, mas em razão dos deslocamentos e dos polos de desenvolvimento consolidados, emergentes e os projetados/planejados que a cidade deseja/precisa incentivar. Este modelo considera a consolidação de demandas unificadas, a insuficiência econômica das regiões emergentes e reconhece o caráter multipolar das cidades brasileiras.

No entanto, a falta de ferramentas definidas para a aplicação do Método e de estudos comparativos da utilização do mesmo, implica em dificuldade para a promoção dos novos conceitos e a sua utilização adequada.

Além disso, os modelos algoritmos e *softwares* disponíveis têm sido desenvolvidos com base em conceitos que de certa forma se afastam dos trazidos à tona no estudo do Método.

Diante deste cenário, busca-se melhor compreender quais seriam:

As principais vantagens em usar o Método RESET à realidade do sistema de transporte de uma cidade média brasileira.

1.2 Relevância do problema estudado

O planejamento adequado da rede de transporte público influencia no desempenho, na atração de usuários e na operação do sistema. O objetivo básico de uma rede de Transporte público é proporcionar a maior cobertura da área urbana, atraindo ao mesmo tempo o maior número de usuários dentro das restrições financeiras existentes,

tendo ciência dos impactos que interferem no uso do solo, além disso, compreender os objetivos sociais que a região pretende alcançar.

O desenho da rede busca, portanto, não apenas a eficiência de caráter econômico da atividade, mas uma eficiência que garanta qualidade das condições de deslocamento futura, delineando as cidades em estruturas menos custosas, incorporando o uso do solo em seu planejamento e não apenas a relação da demanda manifestada atualmente. Dessa forma redirecionando planejamentos e políticas para equalização de oportunidades entre os diferentes grupos.

Os problemas de transporte costumam ser com frequência, agravantes da exclusão social, pois há a necessidade de participação nas atividades urbanas, no entanto existe uma separação espacial entre estas. Portanto, o sistema de transporte adquire importância para o funcionamento da cidade, pois, confere à população a capacidade de deslocamento no meio urbano ao favorecer o acesso de populações desfavorecidas aos serviços essenciais.

O sistema de transporte também constitui um fator de indução ou limitação do desenvolvimento da cidade conforme sua eficácia em proporcionar a facilidade de contatos e aproximação das atividades. Contudo, sua eficácia está diretamente relacionada com o grau de compatibilidade entre as características da rede de transporte e da distribuição espacial das atividades.

De acordo com Vasconcelos (1996), a distribuição da acessibilidade gerada pelas políticas de transporte e trânsito adotadas nos países em desenvolvimento, está caracterizada por várias iniquidades. Com maiores distâncias a percorrer e com serviços precários de transporte, a maioria da população precisa aumentar seu tempo para realizar suas atividades essenciais.

1.3 Objetivo do estudo

O objetivo principal do estudo é examinar as vantagens no uso do Método RESET em uma cidade média brasileira.

Utiliza-se um índice comparativo de acessibilidade para auxiliar na síntese analítica dos resultados encontrados. O índice utilizado foi desenvolvido de acordo com o estudo realizado por Santos Neto (2015), onde é mensurado o nível de acessibilidade através do número de conexões diretas por Transporte Público.

O índice é calculado após a confecção da nova rede de Transporte público utilizando os parâmetros do Método RESET. Cabe ressaltar que algumas modificações na execução do método foram necessárias para adaptar-se a este ensaio ilustrativo.

1.4 Justificativa

A escassez de estudos específicos sobre concepção de redes de transporte público em cidades brasileiras motivou a realização desta pesquisa. A maioria dos estudos matemáticos foram concebidos para cidades de países centrais, como Estados Unidos, Suíça e França; e a realidade brasileira merece considerações específicas.

O suporte matemático, que busca a otimização das redes revela funções objetivo contrastante em decorrência das marcantes diferenças sociais e econômicas, sem descartar de seus processos históricos com forte repercussão na morfologia urbana.

A participação dos transportes coletivos urbanos, sobretudo rodoviários é forte no Brasil, diferentemente das cidades dos países centrais. A elasticidade da demanda com relação à tarifa também é baixa no Brasil, ou seja, existe uma significativa parcela de usuários cativos do sistema. Isto porque o deslocamento casa-trabalho das famílias de baixa renda em sua maioria só pode ser realizado pelo TP. O transporte público é responsável por 60% a 80% do total de viagens nas cidades brasileiras.

De acordo com Orrico F^o (2013) o transporte público dos países centrais citados não chega a transportar uma porcentagem tão elevada, como as das cidades brasileiras. Ainda de acordo com o autor os modelos de investimentos em projetos integrados de uso do solo e transportes nestas cidades são muito baixos. A busca por mais passageiros se dá então principalmente para diminuir o desequilíbrio financeiro desses sistemas.

Além disso, na maioria dos modelos o uso de funções matemáticas para desenhar redes tem por base as matrizes de O/D das viagens e a representação da rede viária por grafos. Como ponto comum a todos eles, o fato de fazerem uso de uma função de utilidade e de terem como alvo a minimização de algum atributo da viagem em transporte coletivo.

No fim, essas abordagens acabam resultando em dois tipos básicos de desenho: Redes Radiais e Redes de serviços de Tronco-alimentação. A omissão do estudo das linhas de baixa demanda pode significar redução de tempo de viagem de veículos e minimização de custos, por outro lado significa deixar uma parcela da população desassistida.

O estudo justifica-se, portanto, como forma de promover a aplicação dos novos conceitos indicados, e de alguma forma, a base de conhecimentos para desenhos de redes de TP específico para cidades brasileiras, uma vez que, as soluções disponíveis, normalmente, são baseadas em conceitos desenvolvidos para cidades cultural e estruturalmente diferentes.

1.5 Estrutura da Dissertação

O trabalho está estruturado em sete capítulos, incluindo esta introdução. O Capítulo 2 discorre sobre a problemática no sistema de transporte público urbano, apresentando o conceito de redes de transporte público, as divergências existentes nesse tipo de transporte nos países em desenvolvimento. E reafirma a diferença entre planejamento e otimização no transporte público.

No Capítulo 3 são feitas considerações sobre os modelos de desenho de rede estudados atualmente, detalhados de acordo com sua abordagem.

São apresentados os fluxogramas que representam, de maneira simplificada, os procedimentos metodológicos de utilização do Método RESET no Capítulo 4, de maneira a facilitar a compreensão do mesmo.

O Capítulo 5, por sua vez, discorre sobre os parâmetros adotados nesse ensaio ilustrativo, envolvendo desde determinações sobre o reconhecimento dos polos de desenvolvimento, assim como os dados usados para obtenção da rede a partir de um ensaio ilustrativo em uma cidade média brasileira.

O Capítulo 6 apresenta um comparativo da rede atual e a planejada, além dos principais resultados obtidos pela aplicação do procedimento proposto na cidade estudada.

Enquanto, o Capítulo 7 dedica-se às considerações finais e os principais resultados alcançados.

Por fim, são apresentadas as referências usadas para a elaboração do trabalho.

2 PROBLEMÁTICA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Este capítulo sumariza de forma analítica as principais fontes bibliográficas pesquisadas sobre o tema. Inicialmente é feita uma leitura sobre o conceito de redes de transporte público e a diferença existente desse sistema nos países em desenvolvimento. Além de uma leitura do transporte público como catalisador do desenvolvimento das regiões onde ocorre sua implantação.

Espera-se compreender que a formatação do transporte público nos países em desenvolvimento se diferencia daquele existente em países centrais, tendo características pontuais que necessitam ser tratadas de forma específica. Entender que o planejamento do Transporte Público é um fator de desenvolvimento dos locais emergentes, apreendendo que o planejamento do TP deve anteceder à sua otimização.

2.1 Transporte Público nos países em desenvolvimento

A qualidade de vida das pessoas é associada ao fato de poderem ter acesso aos bens e serviços que desejam, portanto, oportunizar o deslocamento faz parte do aumento dessa qualidade de vida.

São reconhecidas as vantagens do transporte público em relação ao individual, principalmente no que se refere à redução dos congestionamentos e também do viés energético e ambiental. No entanto, devido à forma como a cidade está desenhada com tendência a zonas residenciais periféricas com baixa densidade, dificulta o uso do transporte público como alternativa ao transporte individual.

O crescimento econômico, a expansão das áreas urbanas e fatores sociais são as principais razões para o crescimento ou decréscimo no número de passageiros no transporte público.

A dimensão social do transporte público é um dos aspectos importantes que deve ser considerado na avaliação das políticas de transporte. A realidade é que, por mais atrativo seja o transporte individual, existem pessoas que não o podem utilizar, seja por condições físicas, financeiras ou legais, criando uma situação de dependência do transporte público para seu deslocamento.

Segundo Costa (2008) os três pilares que sustentam o sistema de transportes, para que as viagens sejam mais eficientes, mais seguras e com o menor impacto ambiental são o ordenamento do território que condiciona o padrão de viagens a realizar, o apoio ao transporte coletivo e a restrição ao uso do transporte individual.

De acordo com Vasconcelos (1996) no Brasil, assim como em outros países a oferta da infraestrutura de transportes é frequentemente pré-determinada no nível político e depois acompanhada por um processo de modelagem que tende a confirmar a decisão política. Adicionalmente, um amplo conjunto de procedimentos é desenvolvido para dar este apoio, alguns de uso obrigatório, criando um ambiente “científico” para corroborar as decisões de política de transportes.

Orrico Fº (2013) corrobora com a citação, de acordo com o autor as cidades brasileiras dispõem de uma grande quantidade de empresas operadoras, que organizam sua produção em formato e economia capitalista. Diferente de outros países, onde, em grande parte, são atendidas por uma única empresa, ou pública ou sob importante controle do governo.

A importância dos transportes públicos na vida das pessoas aliado à importância econômica das empresas operadoras as faz atores de peso nas negociações políticas e, evidentemente na regulamentação do setor. Nesse campo se insere também os desenhos das redes, dado que tal desenho significa, em última instância, a parcela de mercado de cada operador.

A realidade brasileira merece considerações específicas, pois, apesar da importante contribuição dos modelos de otimização do transporte, suas funções objetivo apresentariam diferenças importantes em decorrência das características sociais, econômicas, e processos históricos com fortes repercussões na morfologia.

O primeiro ponto discutido é em relação à participação dos transportes coletivos urbanos, principalmente rodoviários que é muito presente no Brasil.

Outra característica, destacada por Orrico Fº (2013) nas cidades brasileiras, é o fato de que a elasticidade da demanda com relação à tarifa dos transportes coletivos no Brasil é razoavelmente baixa. Isto se dá em grande parte pela importância dos transportes coletivos no deslocamento casa-trabalho das famílias de baixa renda.

A atribuição de viagens levando em conta o valor do tempo pode significar levar pessoas à maior exclusão como, por exemplo: a sofrerem grande tempo de espera em serviços de baixa oferta; a realizarem deslocamentos extensos para não pagarem por um segundo veículos; ou a realizarem grande número de transbordos em um único trajeto.

O autor destaca algumas lacunas existentes que devem ser consideradas na percepção dos planejadores de transporte, entre elas: ausência de pavimentação; rede de transporte insuficiente; uso de veículos alternativos como motocicletas, veículos antigos

e transporte alternativo de baixa qualidade; qualidade do transporte existente; investimentos em infraestrutura para automobilistas.

Uma característica importante das cidades brasileiras que não é levada em conta nas lógicas dos modelos de desenho de rede é justamente a desejada integração entre o planejamento de uso do solo e o planejamento dos transportes.

A atualidade da morfologia urbana com cidades multipolares, em que a área central não exerce sozinha a centralidade de outrora, em que seu espaço é disputado por muito mais atividades, revela a necessidade de novos desenhos de rede de transportes coletivos que não apenas atenda aos novos desejos dos usuários, mas que também potencialize as sinergias urbanas, que apóie o crescimento planejado.

Os transportes coletivos não podem ser compreendidos apenas como uma atividade econômica em si, a ser naturalmente otimizada e a buscar redução de custos, mas uma atividade econômica que interfere na produção e consumo de tudo no ambiente urbano.

A sistemática perda de passageiros nas redes de transportes coletivos urbanos não se processa apenas no Brasil. Cidades americanas —, nas grandes e médias à exceção de New York e Chicago, a participação do transporte público nas viagens para o trabalho não alcança 10 % — têm discutido outras formas de encaminhar esses serviços reconhecendo também que as novas formas urbanas, o excessivo consumo de combustíveis e de tempo em automóveis não convergem com o modo de vida desejado pelos americanos (Bickel, 2000).

O descompasso entre as necessidades dos usuários e a oferta real dos transportes coletivos é, sem dúvida, a causa dessa perda. Cabe então compreender de que forma o desenho das redes de transportes coletivos se ajusta ou tenta se ajustar às novas funções urbanas e também ao atendimento imediato dessas necessidades.

Os desenhos da rede de transporte público das cidades brasileiras, normalmente, favorecem a concentração no núcleo central das cidades. Favorecendo mais ainda a instalação e a expansão de atividades econômicas o que, por sua vez, aumenta o número de veículos em circulação.

A não integração entre as outras centralidades é um aspecto que favorece a acumulação, tanto econômica, como de infraestrutura na área central. Ou seja, em termos de cenário concorrencial, o sistema de transporte reduz as impedâncias no sentido bairro-centro em relação às do movimento bairro-bairro, favorecendo o desenvolvimento da área central.

Esse cenário foi determinado pela história de ocupação do solo, com a construção de vias ligando radialmente as periferias ao centro. Com a expansão da população urbana brasileira observada na segunda metade do século XX, a real eficiência desse modelo sofre questionamentos. Os investimentos em capacidade viária não conseguem acompanhar o crescimento populacional e menos ainda a taxa de motorização nos grandes centros.

Dependente dos fluxos direcionados para a região central, coube ao planejamento do transporte coletivo seguir e reforçar a estrutura radial assumindo a proposta de induzir os fluxos dispersos para os grandes corredores com objetivo de formar grandes contingentes nessas regiões com o hipercentro como destino.

Comumente no planejamento da rede de transporte, a estruturação é realizada por meio da observação da pesquisa Origem-Destino e das linhas de desejo, como base para a alocação das viagens. A desvantagem neste tipo de planejamento é que ele não considera o transporte público como estimulador de novas centralidades. Nesse planejamento, as linhas decorrem da demanda já existente.

Compreende-se, portanto, a rede de Transporte Público não apenas com o papel de corretor das deficiências da distribuição urbana, mas principalmente como fator de apropriação para o planejamento urbano da cidade, executando o papel de agente transformador do espaço urbano.

2.2 Transporte como indutor do desenvolvimento

O transporte é uma atividade geradora de valor associado à utilidade de tempo, espaço e estado. No processo de desenvolvimento dos conglomerados urbanos, o transporte desempenha o importante papel de conectar as diversas atividades socioeconômicas. O uso do solo faz surgir a demanda por transportes, que por sua vez faz surgir as atividades de transporte. Formando um ciclo, a oferta do serviço melhora a acessibilidade, influenciando a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e o desenvolvimento das cidades. Segundo Cervero (1998), o movimento de pessoas se determina pela forma urbana e pelo modo de transporte que a população utiliza predominantemente.

Segundo Benevolo (2006), a cidade pode ser entendida como o lugar que concentra oferta de serviços - culturais, religiosos, de infraestrutura ou consumo - e que reúne os mais diversos fluxos e atividades humanas. Esta sobreposição de funções se deve às diferentes realizações de seus habitantes ao longo do tempo, que passam a se

justapor no ambiente urbano para adaptar a estrutura a necessidades e interesses diversos. O transporte urbano tem o papel de interconectar as pessoas ou bens nessa estrutura.

Projetos que aliam os sistemas de transportes com o desenho urbano podem, além de aumentar o fluxo de pessoas e passageiros, gerar adensamento populacional controlado, atrair equipamentos de uso público e privados e, dentro de determinadas condições, até mesmo recuperar áreas deterioradas ou abandonadas. O desenvolvimento orientado pelo transporte (TOD) é uma concepção positiva que pode oferecer uma alternativa viável dessas mudanças.

Os sistemas de transporte público têm como característica agregar atividades no seu entorno e, como consequência, reforçar a centralidade, incentivar novos empreendimentos e aumentar o número de viagens por transporte coletivo. A distribuição de equipamentos ao longo de corredores de transporte público facilita o acesso da população aos serviços, democratizando os espaços urbanos.

Os problemas de transporte costumam ser com frequência, agravantes da exclusão social. Com a necessidade de participar das atividades urbanas e existindo uma separação espacial entre estas atividades, o sistema de transporte adquire extrema importância para o funcionamento da cidade, pois, confere à população a capacidade de deslocamento no meio urbano ao favorecer o acesso de populações desfavorecidas aos serviços essenciais.

O sistema de transporte também constitui um fator de indução ou limitação do desenvolvimento da cidade conforme sua eficácia em proporcionar a facilidade de contatos e aproximação das atividades. Contudo, sua eficácia está diretamente relacionada com o grau de compatibilidade entre as características da rede de transporte e da distribuição espacial das atividades.

De acordo com Vasconcelos (1996), a distribuição da acessibilidade gerada pelas políticas de transporte e trânsito adotadas nos países em desenvolvimento, está caracterizada por várias iniquidades. Com maiores distâncias a percorrer e com serviços precários de transporte, a maioria da população precisa aumentar seus gastos de tempo para realizar suas atividades essenciais.

2.3 Redes de Transporte Público

Rede é um conjunto de relações em um sistema, que comportam as relações internas e externas, sendo possível distinguir-se uma ou várias redes num mesmo sistema (uni-

relacional ou pluri-relacional). As redes evoluíram e se proliferaram na organização de todos os sistemas produtivos, cada vez mais complexas, modificando as relações socioeconômicas e culturais, (Castells, 2000).

A Rede, no contexto da teoria dos grafos, é um grafo valorado (há direcionamento de fluxo), onde um número (custo, tempo, confiabilidade, probabilidade, capacidade, dentre outros pesos) real é associado aos vértices (nós) e/ou ligações (arcos). Portanto um grafo é formado por arcos e nós; e o caminho é uma sucessão de arcos em um grafo direcionado.

No transporte público o problema de projeto de rede (Network Design) é mais complexo que um problema tradicional de rede, pois além de determinar quais *links* incluir na rede, a configuração de rede de transporte público necessita da estruturação destes *links* de forma fixa. De forma geral, o problema é formulado através de um gráfico de nós, *links* e rotas. Seja $G = (N, A)$ um grafo com N , o conjunto de nós, e A , o conjunto de *links*, e R representa o conjunto de rotas. Os nós representam intersecções, mas também podem representar uma zona geográfica admitindo-se que todas as informações estariam concentradas pode ser representada por um único ponto (um centróide). A ligação entre nós representa um modo particular de transporte entre estes nós, e uma rota representa uma sequência de nós e ligações de um único de modo (Desaulniers e Hickman, 2007).

Um sistema de transporte se encontra integrado por uma variedade de linhas e ruas que em seu conjunto formam a rede de transporte de uma cidade.

A literatura de transporte público costuma classificar as redes de transportes coletivos urbanos considerando principalmente o desenho geométrico das linhas e, por vezes com algumas características operacionais das linhas.

Usualmente classificam as linhas conforme o traçado ou a função (Ferraz e Torres, 2004):

- Com relação ao TRAÇADO:
 - Radial;
 - Diametral: (ou Transversais), são aquelas que interligam dois bairros passando ou tangenciando a área central;
 - Circular: são as linhas que tem um itinerário perimetral a uma região (área central, por exemplo) percorrendo-o num único sentido e com apenas um ponto terminal (e de controle operacional), atendendo a função de captação/distribuição principalmente para os deslocamentos em áreas densas (centro) ou rarefeitas (novos loteamentos);

- Interbairros: (ou inter-setoriais), são aquelas que interligam dois bairros (ou setores) sem passar pela área central;

-Local: (ou Setoriais), são aquelas cujo itinerário está totalmente contido num bairro (ou setor de atuação da empresa).

- Com relação à FUNÇÃO:

-Convencional: é a linha que executa as funções (captação, distribuição e transporte), conduzindo o usuário sem necessidade de transferência compulsória para outra linha;

-Troncal: a que opera basicamente em grandes corredores, com elevada demanda e atendendo às funções de transporte;

-Alimentadora; a que opera nas vias secundárias tendo como funções coletar os usuários e conduzi-los para as linhas tronco e distribuí-los em sentido inverso, atendendo à função de captação/distribuição;

-Seletiva: é a linha que presta um serviço complementar ao transporte básico da população, cuja função é atuar como indutora na mudança de hábitos da população, estimulando maior uso do transporte público; para tanto, apresenta nível de serviços mais alto, veículos com equipamentos especiais, capacidade limitada ao número de assentos e, em geral, tarifas mais elevadas que as demais;

-Executiva (apenas passageiros sentados);

-Expressa: São realizadas com número reduzido, espaçado e predeterminado de paradas (em geral próximos a polos geradores) possibilitando maior velocidade comercial.

Levando em consideração tanto o traçado quanto a função, Ferraz e Torres (2004) classificam as redes em três tipos:

- Radial — as linhas (a totalidade ou quase) ligam os bairros ao centro da cidade;
- Em Grelha, Grade ou Malha — “dois conjuntos de rotas paralelas, aproximadamente perpendiculares entre si” (Silva, 2012) e;
- Radial com Linhas Tronco-Alimentadas — Presença marcante de linhas com maior oferta ao longo dos corredores que são alimentadas por linhas que trazem os passageiros dos bairros.

Molinero e Sánchez (1997) ampliam um pouco essa classificação incorporando algumas características operacionais e reúne as redes em cinco grupos: As redes seriam:

- Rede Ortogonal;

- Rede Radial (definição semelhante à de Ferraz e Torres);
- Rede Irregular (associada a dificuldades topográficas e a crescimento irregular das cidades);
- Redes Flexíveis: a programação depende das solicitações da demanda;
- Redes com Transferências Coordenadas (em parte se aproxima da “rede radial com linhas tronco-alimentadas” definida por Ferraz e Torres).

As entidades públicas gestoras de sistemas de transportes coletivos urbanos também apresentam uma classificação para suas linhas e serviços. Usualmente estão centradas nas características operacionais ou funcionais das linhas em si e, e na maioria dos casos, o desenho se aproxima das anteriormente definidas, sobretudo o de redes radiais.

Em cidade de maior porte, o uso de redes radiais traz dois tipos de problema: o primeiro é alta proporção de viagens cujo destino real não é o centro da cidade. Haverá um número significativo e crescente de usuários que são obrigados a realizar transbordo na área central.

De acordo com Orrico F^o (2013), o uso de redes em grelha é fortemente limitado em cidades latino-americanas. Nem o traçado dessas vias segue a ortogonalidades das cidades estadunidenses, e mesmo as cidades planejadas, cresceram de tal forma que ultrapassaram em muito as fronteiras do planejado.

Cidades de grande porte terminam por consolidar corredores e por isto tem sido objeto das redes tronco-alimentadas. Esse tipo de rede, entretanto apresenta inconvenientes semelhantes ao de redes radiais e, de certa forma, os reproduzem em escala mais elevada. Se em parte tentam reduzir a quantidade de veículos adentrando a área central, em contrapartida ampliam fortemente a quantidade de transbordo, impondo esta penalidade até mesmo para parcela dos usuários que se destinem ao centro.

Brown, J.R. & Thompson, G.L. (2012) fizeram uma avaliação de dois desenhos. Um mantendo e fixando as linhas nas áreas centrais e bairros densos já consolidados de uma área urbana e outro conectando diretamente bairros residenciais com locais de trabalho, onde quer que estejam. A segunda rede traria 35% a mais em passageiros por quilômetro.

2.4 Acessibilidade

O tema Acessibilidade tem estado presente na literatura de transportes há bastante tempo, como mostra o trabalho de Hoggart (1973), no qual são citados artigos

sobre o tema escritos em 1826, 1903 e 1909. Apesar de estar sendo discutido desde o século XIX, é ainda hoje um assunto de muita importância para o planejamento urbano, por ser um instrumento que possibilita identificar áreas com desigualdades na oferta de infra-estrutura básica. A década de 70 foi particularmente profícua em trabalhos sobre o tema, como se pode constatar na revisão da literatura encontrada em Silva (1998).

Apesar da variedade de usos que o conceito permite, Hoggart (1973) oferece uma espécie de definição geral para a acessibilidade:

A aplicação do termo tem em comum a interpretação, implícita ou explícita, da facilidade de contato com oportunidades de alguma forma distribuídas no espaço. Assim sendo, a acessibilidade parece depender não somente da localização das oportunidades, mas também da facilidade com que se ultrapassa a separação espacial entre o indivíduo e locais específicos.

De forma genérica, pode-se afirmar que a acessibilidade é um indicador da facilidade ou dificuldade para alcançar um determinado lugar. No entanto, o modelo a ser utilizado para cada caso deverá levar em conta o grau de detalhamento necessário à obtenção de índices mais representativos para a realidade local.

Segundo Bruton (1979), índices de acessibilidade “medem a facilidade com que uma área, com certas atividades atraentes, pode ser alcançada a partir de uma zona particular e através de um determinado sistema de transportes”. Dentro da literatura técnica existem várias formulações para os índices de acessibilidade. As variações existentes em cada método são devidas às necessidades específicas para cada caso. Ingram (1971) estabeleceu a distinção entre acessibilidade relativa (medida com que dois pontos estão conectados em uma mesma superfície) e acessibilidade integral (medida de interconexão de um ponto com todos os outros pontos em uma superfície).

De acordo com Wachs (1978)

Os indicadores de acessibilidade são provavelmente o modo mais apropriado e útil de resumir um grande conjunto de informações sobre a distribuição dos domicílios em relação à distribuição de atividades urbanas e ao sistema de transporte que as conecta.

Mesmo que existam divergências quanto a definição exata do que é acessibilidade, parece haver um consenso de que qualquer região com alto nível de acessibilidade é mais atrativa do que qualquer outra com baixo nível.

Raia Jr. (2000) reúne alguns trabalhos que trazem medidas, definições e aplicações de acessibilidade ao transporte. Este é o caso dos artigos escritos por Vickerman (1974); Dalvi & Martin (1976); Davidson (1977); Black & Conroy (1977);

Ben-Akiva & Lerman (1978); Dalvi (1978); Wachs & Koenig (1978); Morris *et al.* (1979); Pirie (1979); Weibull (1980); Koenig (1980); Jones (1981); Richardson & Young (1982) e Hanson & Schwab (1987).

Ingram (1971) estabeleceu a seguinte divisão para o conceito de acessibilidade:

- *Acessibilidade Relativa* é o grau com que dois pontos na mesma superfície são conectados e
- *Acessibilidade Integral ou Total* é o grau de interconexão de um ponto com todos os demais pontos da mesma superfície.

Outra classificação interessante para os indicadores de acessibilidade foi feita por Morris *et al.* (1979), que estendeu os conceitos de acessibilidade *relativa* e *integral* para indicadores de *processo* e de *efeito*:

- *Indicadores de processo* são medidas das características de oferta do sistema;
- *Indicadores de efeito* estão relacionados com o nível corrente de uso e de satisfação.

Segundo Raia Jr. (2000) no Brasil, os estudos relacionados com a acessibilidade aos transportes são, na sua maioria, poucos e recentes, como algumas medidas bastante simples aplicadas por Raia Jr. *et al.* (1996) e Raia Jr. & Silva (1996a e 1996b); e os trabalhos de Arruda (1995); Januario (1995 e 1996); Sanches (1996); Salles Filho (1996, 1997 e 1998); Raia Jr *et al.* (1997) e Silva *et al.* (1998a e 1998b).

Segundo Geurs e van Wee (2004), a acessibilidade pode ser definida e operacionalizada através de diversas maneiras; além disso, tem assumido uma variedade de significados. Com foco no transporte de passageiros, eles definem a acessibilidade como a extensão do uso do solo e dos sistemas de transporte, sendo capaz de alcançar as atividades e os destinos individuais dos cidadãos através do uso e da combinação dos vários tipos de modos de transporte. Esses autores identificam quatro tipos de componentes importantes para a medição e para a avaliação da acessibilidade, assim descritos:

a) uso do solo: consiste na quantidade, na qualidade e na distribuição espacial do suprimento das oportunidades para cada destino (emprego, compras, saúde etc.), na demanda para essas oportunidades nos locais de origem e no confronto da oferta e da procura por oportunidades, que podem resultar em concorrência de atividades com capacidade restrita, como é o caso de empregos, vagas em escolas e leitos em hospitais;

b) transporte: descrição do sistema de transporte, que é expresso pela desvantagem de um indivíduo ao percorrer uma distância entre a origem e o destino usando um modo de transporte específico, incluindo-se o tempo (viagem, espera e

estacionamento), os custos (fixo e variável) e o esforço; além disso, essa desvantagem resulta no confronto entre oferta e demanda;

c) componente temporal: reflete as limitações temporais, ou seja, a disponibilidade de oportunidades em diferentes horas do dia e o tempo que cada indivíduo possui para participar de determinadas atividades (por exemplo, trabalho, lazer etc.);

d) componente individual: reflete as necessidades, as habilidades e as oportunidades dos indivíduos. Essas características influenciam os tipos de transporte e as oportunidades espacialmente distribuídas em relação ao acesso por cada pessoa.

Santos Neto (2015) reuniu as interpretações sobre acessibilidade de forma resumida apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos de acessibilidade

Conceitos de	Trabalhos analisados
Oportunidade de interação entre atividades ou potencial de deslocamento	Hansen (1959); Souza (1990); Sales Filho (1996); Pires (2000); Barros (2001); Cunha et al. (2004); Karst e Wee (2004); Pasaogullari e Doratli (2004); Henrique e Loureiro (2005); Puebla e Melhorado (2006); Barros (2006); Litman (2007)
Facilidade com a qual as atividades do uso do solo podem ser alcançadas, utilizando-se o sistema de transporte	Sales Filho (1996); Raia Jr. (2000); Goto (2000); Vasconcellos (2000); Cunha et al. (2004); Karst e Wee (2004); Bertolini et al. (2005); Fundação COPPETEC (2006); Puebla e Melhorado (2006); Ferronato e Michel (2007); Litman (2007)
Medida da distribuição espacial das atividades do uso do solo	Hansen (1959); Pires (2000); Raia Jr. (2000); Bertolini et al. (2005)
Acesso ao transporte coletivo	Cardoso (2007); Sinha e Labi (2007)
Vantagem de um lugar ou capacidade de consumir externalidade positiva	Ingram (1971); Santos (1990); Vasconcellos (2000)

Fonte: Santos Neto (2015)

A acessibilidade pode ser medida de várias formas, Raia Jr. (2000) em seu trabalho conduziu a aplicação de sete diferentes índices de acessibilidade. A aplicação tem início com os indicadores simples listados abaixo, sugeridos em trabalhos anteriores (Raia Jr. *et al.*, 1996; Raia Jr. & Silva, 1996a e b):

- Distância ao centro da cidade;
- Distância à rota de transporte público mais próxima;
- Uma medida de oferta do transporte público; e

- Percentual de ruas pavimentadas em relação a extensão total de ruas em cada zona.

Em seguida, três índices extraídos da revisão da literatura foram aplicados, cada um deles em duas situações diferentes. O primeiro deles é a medida proposta por Allen *et al.* (1993), que é basicamente uma medida espacial (distância média de viagem). Finalmente, o *isolamento* de Davidson é calculado, juntamente com sua medida original de acessibilidade, como as medidas que atendem aos requisitos propostos por Morris *et al.* (1978) para a seleção de índices de acessibilidade.

Distância ao Centro da Cidade: esta é uma das mais simples medidas de acessibilidade utilizadas em estudos de planejamento de transportes. O seu uso é perfeitamente justificado nas cidades brasileiras pequenas e médias porque, de maneira geral, a maior parte das funções comerciais, financeiras e administrativas se encontra nos centros dessas cidades.

Distância à Rota de Ônibus Mais Próxima: De acordo com Nigriello (1977), a distância que as pessoas têm que caminhar para utilizar o sistema de transporte público urbano é um importante indicador de acessibilidade nas cidades brasileiras. Esta distância é normalmente

Uma Medida de Oferta do Transporte Público: medir a acessibilidade ao transporte público urbano através da relação entre a soma de todos os segmentos de rota em uma zona ou Comprimento total das rotas de Ônibus e o comprimento total das vias na mesma zona. Quanto maior este indicador, melhor a oferta de transporte público da zona considerada.

Percentual de Ruas Pavimentadas em Relação à Extensão Total de Ruas: Esta medida provavelmente soaria sem sentido em um país desenvolvido, mas a situação é bastante diferente nos países em desenvolvimento, nos quais existem inúmeras vias nas áreas urbanas sem pavimentação, normalmente localizadas na periferia das cidades. O pavimento oferece uma superfície uniforme, que permite maiores volumes de tráfego com maior velocidade. Além disso, todas as viagens, inclusive as de transporte público, se tornam mais confortáveis. Esta combinação de fatores se traduz de alguma forma em um melhor nível de acessibilidade para a área. Esta é a justificativa para o indicador aqui proposto, que pode ser obtido pela divisão do comprimento total das vias não pavimentadas pelo comprimento total das vias em cada zona.

Separação Média entre Zonas: Este índice, proposto por Allen *et al.* (1993), é somente uma medida do esforço para vencer a separação espacial entre os centróides

das zonas. Isto significa que ele não tem bases comportamentais. Por outro lado, ele é operacionalmente simples e os seus resultados são de fácil interpretação. Esse índice pode ser matematicamente expresso da seguinte forma:

$$A_i = \frac{1}{N-1} \sum C_{ij}$$

Onde:

A_i = acessibilidade da zona i ;

N = número de locações (zonas) usadas no cálculo;

C_{ij} = custo percebido pelo usuário entre as zonas i e j .

Medida de Acessibilidade do Tipo Gravitacional: De acordo com Davidson (1977 e 1995), *acessibilidade* pode ser matematicamente expressa como:

$$A_i = \sum_j S_j \times f(C_{ij})$$

Onde:

A_i = acessibilidade da zona i ;

S_j = uma medida de atividade na zona j ;

C_{ij} = custo percebido pelo usuário entre as zonas i e j ;

f = função de impedância do tipo usado em modelos gravitacionais como, por exemplo, potência ou exponencial.

Isolamento: *isolamento* e *acessibilidade* são ambas características de um lugar definidas pelo sistema de transportes e pela distribuição de atividades, mas o *isolamento* é, segundo o seu criador, uma expressão da *acessibilidade* em termos de utilidade. O *isolamento* é uma transformação particular da definição de *acessibilidade* descrita no item anterior (Davidson, 1995):

$$Y_i = f^{-1}\left(\frac{A_i}{S_T}\right)$$

Onde:

A_i = acessibilidade da zona i ;

Y_i = isolamento da zona i ;

S_T = total de atividades na área de estudo.

No trabalho conduzido por Santos Neto (2015) o objetivo foi o de definir um indicador para avaliar a acessibilidade aos serviços de saúde de média complexidade por transporte público urbano. Abordando a problemática de que a oferta de transporte público urbano tem sido historicamente organizada para tender o conjunto geral de deslocamentos, relegando a segundo plano as viagens por motivo saúde. Estas, com pouca expressão percentual encontram-se reprimidas.

A metodologia para o desenvolvimento indicador consistiu na utilização de um método, composto de quatro fases: Seleção e descrição dos índices do indicador; determinação do tempo generalizado de viagem; normalização dos dados e formulação do indicador a uma Unidade de Atendimento de Saúde Secundário (UASS). O estudo de caso foi realizado na cidade de Montes Claros.

No desenvolver do trabalho o autor se apropria da análise do número de ligações diretas por transporte público existente em cada UASS, essa análise se baseia na contagem da quantidade de linhas de TP que atendem diretamente cada bairro da cidade permeando a região atendida pela UASS. Consolidando assim mapas temáticos que demonstram os bairros que contem mais acessos diretos aos UASS.

2.5 Conceituando Cidades Médias

Silva (2013) confronta em seu estudo as diferentes perspectivas, abordagens e critérios de autores e pesquisadores sobre as definições de cidades médias no Brasil. O autor delinea as contribuições de Corrêa (2000), Santos (1993), Fresca (2009) Amorim Filho (2001), Castello Branco (2006), Sposito (2007) entre outros sobre o tema.

Em 1970, surgem no Brasil as primeiras tentativas de abordagens e aproximações teóricas sobre cidades médias, tendo como enfoque principal o “porte médio” da cidade, isto é, o elemento populacional como critério para definir uma cidade como média. O conceito de cidade média num primeiro momento faz menção ao seu tamanho, isto é, seria aquela cidade que está entre a pequena e a grande cidade, ou seja, teria uma dimensão intermediária. De fato, a adjetivação como média conduz à escala de grandeza. Sendo este o entendimento, nada mais significativo do que o contingente populacional (Maia, 2010).

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE -, a cidade média é aquela que possui população entre 100.000 e 500.000 habitantes. Conforme a Organização das Nações Unidas – ONU -, as cidades médias são aquelas com aglomerações entre 100.000 e 1.000.000 de habitantes. Andrade e Serra (2001) também

trabalham com essa mesma definição de cidade média apresentada pelo IBGE. Enquanto Amorim Filho e Bueno e Abreu (1982) estabeleceram um tamanho mínimo de 10 mil na sede do município. (França, 2007).

Segundo Sposito (2009), o critério populacional não seria determinante na hora de definir uma cidade como média. Quando nos referimos à cidade considerando apenas seu caráter demográfico, estamos considerando as cidades de “porte médio”, isto é, aquelas que têm entre 50 mil e 500 mil habitantes, porém não se pode conceituar essas cidades como médias apenas empregando o elemento demográfico (Sposito, 2006). Em outras palavras, cidade de “porte médio” não é a mesma coisa que “cidade média”. As cidades médias são aquelas que desempenham papéis de intermediação em suas redes urbanas, diferenciando-as de cidades de “porte médio”, que são aquelas que são assim definidas, exclusivamente, em função de seu tamanho demográfico (Sposito, 2010). Assim, o critério populacional não traduz a dinâmica do conjunto de cidades médias ou mesmo não é sinônimo de uma dada realidade, pois, mesmo que se considere um intervalo de número de habitantes, há ainda muita discrepância entre estes espaços

Em outras palavras, as cidades intermediárias são definidas não apenas por seus tamanhos demográficos e dimensões, mas acima de tudo, em relação às funções que desempenham na rede urbana, isto é, o papel dos fluxos de mediação (bens, informação, inovação, administração, etc.) entre os territórios rurais e urbanos da sua área de influência e dos outros centros e áreas menores. Essas cidades exercem funções de intermediação entre os espaços locais e os espaços regionais, incluindo os globais. Isso porque existem cidades que apesar de não estarem na faixa populacional, cumprem papéis de suporte e sustentam uma determinada estrutura econômica, política e social na região na qual estão inseridas (Pereira, 2004).

São “centros de intermediação”, adquirindo novos papéis frente a atual organização territorial brasileira. As novas dinâmicas de consumo e produção que se estabelecem nos espaços urbanos e regionais influenciam e são igualmente condicionadas pelos arranjos territoriais e pela seletividade intra-regional contemporânea: de um lado, a desconcentração espacial de indústrias e de população que tem favorecido a exploração de novos “focos exportadores”, valorizando as diferenciações intra-regionais e não mais a região como um todo; de outro lado, a concentração de investimentos, considerando os novos requisitos locacionais da acumulação flexível.

2.6 Tópicos conclusivos

Uma premissa importante no desenho de redes deverá ser o reconhecimento do significado de serviço público para os transportes coletivos urbanos, o reconhecimento que o espaço viário é um bem comum, e que deve ser por todos partilhados, sem privilégios decorrentes de renda, de posição social (estas frequentemente associadas à modalidade utilizada), e que as concepções de rede de serviços de transporte público não devem acentuar a exclusão social, ao contrário, devem atuar na promoção da inclusão e do desenvolvimento humano. A análise de número de ligações diretas proposta por Santos Neto (2015) foi utilizada nesse estudo para realizar a comparação entre as redes. O próximo capítulo irá abordar os modelos utilizados para o desenho dessa rede de transporte público nas cidades, faz uma leitura de diversas metodologias e por fim descreve o Método RESET.

3 MODELOS DE DESENHO DE REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO

Neste capítulo é feita uma síntese sobre as ferramentas utilizadas e os métodos de *design* de redes em diferentes países. E em seguida contribui para a compreensão do assunto, em sua definição, classificação, objetivos e utilidade nos diversos segmentos com enfoque no setor de transportes.

3.1 Métodos atuais de desenho de rede de linhas de transporte público

A configuração do sistema de transportes é resultado de esforços empreendidos por razões econômicas, políticas e/ou sociais; que foram ao longo do tempo construindo uma malha condicionada por fatores geográficos e pelos avanços técnicos, procurando responder às dinâmicas territoriais mais complexas. Legitimando uma rede cuja estrutura revela uma busca pela redução dos tempos de deslocamento, em função do que, em cada momento, se julgava mais pertinente, seja ligar as áreas de maior densidade, responder ao ordenamento urbano, ou simplesmente satisfazer interesses políticos e econômicos.

Os sistemas de transportes expressam o traçado urbano, planejado e/ou realizado, que confere forma à cidade, qualifica e condiciona sua estrutura, tornando possível o desempenho das funções de consumo e produção, através da circulação e distribuição. E ainda, pode constituir um importante elemento para a compreensão da organização do território e reconhecer as intervenções do poder público.

Apresenta-se abaixo um ensaio a partir das ideias centrais ou lógica que reúne os métodos. Os métodos Intuitivos, com precedência do desenho da rede; e os métodos Analíticos, com precedência da otimização de parâmetros operacionais. A Figura 1 retrata a divisão lógica desses métodos.

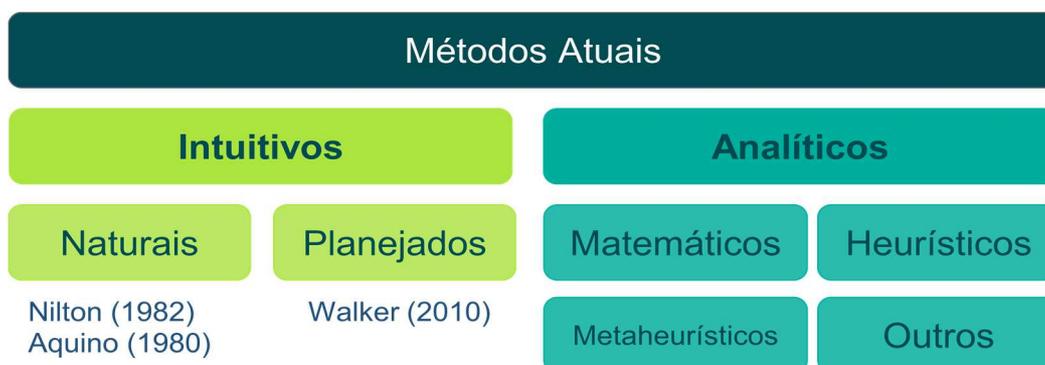


Figura 1: Métodos de desenho de Rede de Transporte Público

O desenho de rede de linhas de transporte coletivo tem sido objeto de muitas pesquisas e proposições e, naturalmente compreende diversas e diferentes abordagens. Serão apresentadas algumas abordagens encontradas na literatura pesquisada.

3.2 Métodos Intuitivos

Esses modelos tomam como base de suas lógicas o desenho físico da rede viária existente. A precedência da informação é a rede viária, por onde os transportes coletivos, deveriam, têm o costume ou mesmo têm condições viárias de passar.

Buscam-se nesses casos desenhar uma rede que responda a uma lógica do desenho urbano, que por sua vez tem sua criação e desenvolvimento em decisões sócio históricas. As cidades ditas planejadas costumam ter um desenho viário acompanhando um determinado padrão geométrico, entendido — ao menos pelos planejadores e padrões da época —, como mais eficiente Brasília seria um dos melhores exemplos dessa lógica.

Outras, por razões diversas, não seguiram um planejamento dito racional, mas às forças políticas e de mercado prevalentes sobre o uso do solo e deram, em grande parte, um desenho, sobretudo misto, com regiões planejadas e outras não. Outras cidades, ainda que tenham sido criadas a partir de um planejamento — Belo Horizonte é o caso —, seu crescimento superou em muito a população prevista e as fronteiras planejadas.

Orrico F^o (2013) classifica os métodos intuitivos em dois tipos, os Naturais e os Planejados

3.2.1 Os Naturais

Aqui o caráter socioeconômico aparece ao menos em parte, pois tentam desenhar redes a partir da vida prática das pessoas. As linhas são desenhadas seguindo os caminhos pelos quais os deslocamentos já são/seriam usualmente feitos. Em cidades pequenas, com pouca informação organizada e também limitações viárias fazem regularmente esse tipo de desenho de rede. Nilton Soares (1982) de certa forma organizou essa lógica em seu estudo.

Pelo modelo de *Caminhos Naturais* apresentado pelo autor, as linhas são desenhadas seguindo os caminhos pelos quais os deslocamentos já são usualmente feitos. Observações *in loco* e pesquisas com usuários indicariam que caminhos seriam esses; o dimensionamento das linhas seria feito a partir das pesquisas com usuários sobre suas origens e destinos.

Ainda que faça uso de computação, o modelo proposto por Aquino (1980) cria o conceito de *os mais longos caminhos mínimos*, o estudo reproduz em parte a ideia de caminhos naturais, ou elo menos os mais curtos. Pelo modelo, são inicialmente obtidos os caminhos mínimos entre as diversas zonas de tráfego e, sistematicamente são “retirados” os “caminhos mínimos” que já estiverem totalmente contidos em outros maiores. Restará uma rede simplificada de caminhos mínimos por onde devem ser desenhadas as linhas e estabelecidas as frequências de acordo com a as demandas observadas ou estimadas.

3.2.2 Os Planejados

Nesses casos os trajetos são feitos a partir do desenho urbano em si, buscando criar ligações lógicas entre diferentes zonas da cidade. Seria a lógica das cidades modernistas em que a cidade tem zonas com atividades pré-estabelecidas. As redes seriam então desenhadas a partir do que se estima serem suas necessidades.

Esses modelos usualmente apresentam linhas simétricas e também um elevado nível de transbordo, dado que não se baseiam nas reais origens e destinos das viagens, mas no entendimento de quais seriam tais destinos e origens como também em uma proposta de racionalidade. Por consequência, parte importante dessas linhas tem baixíssima frequência, ou, dependendo do regime econômico de exploração podem simplesmente serem extintas. Walker (2010) apresenta um estudo a favor do uso desse tipo de rede em grelha para as cidades americanas.

3.3 Métodos Analíticos

Este grupo é o das abordagens que priorizam o uso de funções matemáticas para desenhar redes — não apenas para determinação das frequências — tendo por base as matrizes de O/D das viagens e a representação da rede viária por grafos. Como ponto comum a todos eles, o fato de fazerem uso de uma função de utilidade e de terem como alvo a minimização de algum atributo da viagem em transporte coletivo, como por exemplo, o custo de viagem ou sua variável: tempo de viagem.

Grosso modo poderíamos classificá-los em: i) os que buscam desenhar uma rede que minimize os tempos de viagem da rede como um todo; ii) os que buscam aumentar as frequências por meio de redução de número de linhas direta fundindo-as e; iii) os que buscam criar um mecanismo específico para desenhar redes.

De certa forma, de acordo com Orrico F^o (2013) essas abordagens terminam por indicar dois dos tipos básicos de desenho supracitados: Rede Radiais (e sua variante com linhas diametrais) e Rede de serviços de Tronco-alimentação.

Os modelos elaborados tentam trabalhar neste equilíbrio. Vê-se o enfoque em otimizar ou equilibrar alguns atributos da rede. Encontram-se, por exemplo, a busca por otimizar os custos associados à frequência de paradas e o tempo total gasto dos usuários; a influência da topografia no desenho de redes mais eficientes; procedimentos que levem em conta a influência da elasticidade da demanda (seguramente útil em cidades de países centrais onde esta elasticidade pode ser alta); redes flexíveis que possam fazer o porta a porta em menor tempo; nível ótimo de concentração de linhas para reduzir tempo de viagem; inclusão da opinião de usuários potenciais sobre tempo de viagem, segurança civil, ou outros atributos imateriais, um equilíbrio entre desejo dos usuários e interesse dos operadores de modo a aumentar demandas e receitas, dentre outros.

Muitos se assemelham na função objetivo do modelo, como por exemplo, minimizar o tempo de espera; apesar das ferramentas utilizadas no processo serem distintas, se diferenciando em função do tipo de rede que será trabalhada. Por exemplo, o estudo realizado por Laporte *et al* (2011) os autores estudam uma rede para transportes rápidos em uma cidade da Espanha, através de modelos matemáticos e heurísticos.

Desaulniers e Hickman (2007) centram-se principalmente em métodos matemáticos para cada passo no processo de planejamento do sistema de transportes. Fan e Machemehl (2004) e Zhao e Gan (2003) se referem aos problemas atuais de projeto de rede de transporte, como uma introdução à sua pesquisa aplicada. Finalmente, Chua (1984) examina as abordagens limitadas ao projeto de rede e configuração de frequências utilizadas pelos operadores britânicos para serviços de ônibus urbano nos anos 80.

Em termos de modelagem matemática, uma variedade de propostas tem sido realizada, dependendo do problema pesquisado. Por enquanto, será feita apenas uma releitura dos tipos de modelos que vêm sendo utilizados na literatura atual.

Para título de revisão de abordagens reportadas na literatura, essas foram classificadas em tópicos distintos. O principal fator de diferenciação é claramente a variável de decisão (ou problema abordado).

3.3.1 Abordagens matemáticas

Determinar a localização e densidade de pontos de ônibus é um passo crucial no processo de desenho de rede, uma vez que influencia a acessibilidade, o desempenho do sistema de transporte e nível de serviço. Quanto maior a frequência de pontos de ônibus em uma rota, melhor a acessibilidade, no entanto, implica em uma velocidade de deslocamento menor. Murray (2003) estudou duas variações deste problema. Na primeira parte, a realocação de pontos de ônibus em uma rede existente é considerada, com o objetivo de minimizar o número de paradas de ônibus. A segunda parte trata da localização ótima de paradas de automóveis para criar ou ampliar a rede. Dado um número fixo de ônibus adicional, o objetivo é maximizar o acesso ao serviço extra fornecido para áreas não cobertas. Um conjunto híbrido cobrindo formulação do problema é proposto para modelar esta segunda edição. O método é muito interessante, pois permite ampliar o acesso de serviços e acessibilidade.

O problema de configuração da linha de transporte e atribuição de demanda de passageiros é tratado por Guan *et al.* (2003). O foco está nas grandes ferrovias da cidade e os testes são realizados na cidade de Hong Kong. Seu trabalho tenta modelar conjuntamente a linha planejada e o processo de transferência de passageiros. Dados os limites de comprimento da rota, número máximo de transferências e a capacidade, o objetivo é minimizar uma função do comprimento total das linhas, o número total de linhas e comprimento total percorrido por passageiros. No entanto, uma vez que nesta fase, frequências e horários não são ainda conhecidos, atribuições de linhas a passageiros não pode ser muito precisa, questionando todo o processo.

Nas abordagens anteriores, admite-se que o tamanho dos casos torna-se uma limitação séria, para os problemas reais. Métodos heurísticos são então utilizados.

3.3.2 Abordagens heurísticas

Patz (1925 *apud* Reza *et al.*, 2013) foi, provavelmente, o primeiro a enfrentar o problema de projeto de rede de transporte usando a heurística. Ele propõe uma iteração para gerar uma rede de linhas usando penalidades. Inicialmente, a rede terá uma linha para cada par origem-destino.

Para cada um, uma penalidade é calculada com base no nível de ocupação e do número de passageiros que necessitam de transferência para completar a viagem. As linhas são excluídas de forma iterativa a partir da rede com base neste valor e da capacidade de passageiros, liberando e transferindo para outras linhas. O pequeno

exemplo (cerca de dez nós ligados de uma maneira específica) permitiu que o método atingisse a otimização. No entanto, isso não é extensível a redes maiores.

Em Sonntag (1977 *apud* Reza *et al*, 2013) é abordado um procedimento heurístico criado originalmente para sistemas ferroviários. Começando a partir de uma rede que contém uma linha para cada par origem-destino (como em Patz, 1925), as linhas são excluídas de forma iterativa e passageiros são realocados para caminhos curtos em termos de tempo de viagem. Isto conduz a uma rede de dimensão apropriada com tempo médio e número de transferências inferior.

Em oposição a Patz (1925 *apud* Reza *et al*, 2013) e Sonntag (1977 *apud* Reza *et al*, 2013) e métodos semelhantes, Mandl (1979) aborda uma modelagem partindo de uma rede de rotas vazia. Ele propõe um algoritmo heurístico para definir uma rede, dada uma frequência constante em todas as linhas de ônibus. Em uma primeira parte, o caminho mais curto que liga um par de terminais que servirão o maior número de pares de origem-destino será iterativamente selecionado. Eles podem então ser adaptados para satisfazer a cobertura e os objetivos do serviço.

Numa segunda parte, a rede de transporte também é iterativamente modificada para minimizar o tempo de viagem total de passageiros. O método foi aplicado em uma rede real, na Suíça, composto por 15 nós e 15.570 viagens por dia.

Seguindo o objetivo de maximizar o número de viajantes diretos, Pape *et al*. (1992 *apud* Reza *et al*, 2013) apresentam outro método heurístico. Esta heurística construtiva é baseada no conceito de *corelines*, que descrevem linhas ou partes de linhas com um grande número de passageiros. Essas *corelines* são combinadas em um esquema de enumeração completa e o melhor plano de linha parcial, considerando o número de linhas e o número de passageiros diretos é gerado. Este plano de linha é então estendido para a cobertura do serviço.

3.3.3 Abordagens Metaheurísticas

Uma abordagem metaheurística agregada ao problema de projeto de rede de trânsito é considerada por Zhao e Gan (2003), Zhao e Ubaka (2004) e Zhao e Zeng (2006) com o objetivo de minimizar o número de transferências e otimizar a rota direta e ao mesmo tempo maximizar a cobertura do serviço. O conceito de *keynode* é definido para elaborar *neighborhoods* no contexto de métodos de solução metaheurísticos. Um algoritmo de busca é proposto em Zhao e Gan (2003) e Zhao e Zeng (2006), enquanto

Basic greedy e *Fast hill climb* são implementados por Zhao e Ubaka (2004). Esses algoritmos foram testados com dados de referências de Miami Dade County, Florida.

Xiong e Schneider (1993) apresentam um método inovador para selecionar rotas adicionais para uma rede existente. O seu método baseia-se numa melhoria do algoritmo genético comum, chamado de GA cumulativa. O princípio é resolver todas as soluções não-dominadas em todo o processo e retornar este conjunto no lugar da última geração, como é comumente feito. A segunda proposta deste trabalho é a utilização de redes neurais em vez de um algoritmo de atribuição de viagem do passageiro para avaliar a adequação das funções (aqui o tempo e os custos incorridos em espera). Isto provou dar resultados precisos e alcançar um ganho de tempo considerável. A combinação destas duas melhorias cria uma ferramenta muito poderosa, que pode fornecer um conjunto de soluções para os planejadores. Este trabalho é testado em um ponto de referência a partir de LeBlanc *et al.* (1975).

Chakroborty e Dwivedi (2002) também propõem um método baseado em um algoritmo genético. Numa primeira parte, um conjunto inicial de rotas é determinado heurísticamente. Os testes foram realizados na Suíça.

Yu et al. (2005) desenvolvem um modelo de otimização *ant colony* embasados em projeto de rede de ônibus que visa à realização do mínimo de transferências e fluxo máximo de passageiros por unidade de comprimento com restrições de comprimento rota. Desta forma, os benefícios de passageiros e empresas de transporte são considerados. Uma rede vazia é estabelecida pela primeira vez, em seguida, são adicionadas rotas de acordo com os objetivos, até que todos os passageiros sejam distribuídos para a rede. O algoritmo *coarse-grainparallel ant colony* (CPACA) é usado para resolver o problema e testado com dados de pesquisa da cidade de Dalian.

3.3.4 Outras abordagens

Um trabalho realizado por Reza *et al* (2013) faz uma revisão dos modelos de desenho de rede relacionados com o objetivo de cada modelo. O autor resume o trabalho em uma tabela síntese, esta servirá de referência para busca de fontes bibliográficas mais atuais.

Os modelos que tentam desenhar a rede usualmente trazem à tona ou valorizam algumas restrições físicas ou operacionais de modo a minimizar o enorme espectro de possíveis caminhos e de por consequência de linhas. Por exemplo, informam-se pontos

de passagem obrigatórios, número máximo de transbordos, número extensão máxima aceitável de linha etc. Grande parte dos modelos, entretanto, apenas avalia desenhos de redes exogenamente desenhados.

Embora se digam matemáticos puros, trazem premissas e componentes subjetivos. As escolhas pessoais, o valor atribuído ao tempo de viagem e, sobretudo, as escolhas de cidadania embutidas nas decisões econômicas são subjetivas (Orrico F^o, 2013).

A aplicação desses métodos de elaboração de redes de transportes coletivos à realidade brasileira merece considerações específicas, pois, em que pese o suporte matemático em busca de otimizações, suas funções objetivo apresentariam diferenças importantes em decorrência das marcantes diferenças sociais e econômicas, sem descartar seus processos históricos com forte repercussão na morfologia, como já delineado no capítulo anterior.

3.4 Planejamento *versus* Otimização no Transporte Público

Conforme Oliveira (1996), planejamento pode ser definido como um processo que considera os aspectos, no sentido de alcançar uma situação desejada de maneira mais eficiente e efetiva, com a melhor concentração de esforços e recursos. Assim, o planejamento consiste na determinação do que fazer no presente, no sentido de alcançar a situação desejada no futuro.

Já a otimização, segundo dicionário, é o processo pelo qual se determina o valor ótimo de uma grandeza. Ou seja, a ideia é realizar o funcionamento de maneira regular, permitindo que se disponha do que for necessário para alcançar os objetivos do planejamento, eliminando o que for inadequado e incrementando aquilo que for benéfico.

Portanto, o planejamento precede o processo de otimização. A otimização tem a função de auxiliar o alcance do que foi planejado. Portanto, acentua-se a necessidade do planejamento dos transportes público, quando se pensa em trazer melhores condições de atendimento ao usuário e de sua acessibilidade.

Pode-se compreender o planejamento de transportes como uma técnica de intervenção que tem relação direta com os deslocamentos de pessoas e mercadorias. Seu objetivo é definir os serviços de transportes a serem utilizados e, por consequência a necessária infraestrutura viária que lhes dê suporte.

No caso do planejamento de transportes observa-se que é necessário um processo de raciocínio que seja explorador, e não determinístico. O planejamento como é feito convencionalmente tem pouco a oferecer em qualquer situação ambígua. Esse tipo de planejamento pode dirigir a atenção erroneamente, fazendo com que se sigam os planos em vez de explorar oportunidades.

No nível estratégico, o planejamento de transporte público considera a projeção da rede e das rotas para atender a demanda de passageiros. Considerando que a demanda é baseada na configuração da rede, o problema para projetar a rede depende do método que determina a escolha das rotas a partir de suas origens até seus destinos.

Para Xie e Levinson (2007) a abordagem da otimização costuma negligenciar a interação contínua entre os envolvidos na tomada de decisão, fornecedores e usuários, uma vez que estes exercem papel essencial na formação da estrutura de redes de transportes.

3.5 Tópicos conclusivos

Sob o olhar econômico, deve-se compreender os transportes coletivos não apenas como uma atividade econômica em si, a ser naturalmente otimizada e a buscar redução de custos, é compreendê-la como uma atividade econômica que interfere na produção e consumo de tudo no ambiente urbano. Uma atividade que interfere até nas condições produção e no valor dos produtos em horizonte futuro.

O seu desenho, portanto, não poderá estar adstrito a apenas às necessidades atuais, mas, de forma clara e precisa, na criação de oportunidades para que as condições de produção e consumo nas cidades possam se estruturar de modo a serem menos custosas. E isto depende da forma como os transportes públicos podem hoje ajudar e apoiar o planejamento urbano social e politicamente acordado. A necessidade de mudança conceitual e real é imperiosa

Nesse sentido, a seção seguinte apresenta, então, os objetivos, as diretrizes e desafios que se colocam à frente para a construção de um procedimento metodológico de desenho de redes de transportes públicos urbanos em cidades brasileiras.

4 MÉTODO RESET

A escolha do método RESET para aplicação se deu pelas características apresentadas e resultados desejados. Os objetivos estão alinhados ao questionamento do conceito de transporte para atendimento das necessidades imediatas de deslocamento dos centros de maior concentração de demanda.

O método demonstra maior compreensão do contexto urbanístico, e do caráter estimulador do desenvolvimento alocado ao transporte público. E os métodos analíticos aqui descritos, alinham-se ao processo de otimização. Nesse ponto pensa-se em planejar a cidade, a otimização será procedente a esse planejamento.

O Método RESET evidencia as diferenças existentes do planejamento de transporte para cidades brasileiras. Distinguindo-se dos métodos propostos que evidenciam a consonância com os países desenvolvidos, que notoriamente detém características do sistema de transporte público diferentes, como evidenciado no capítulo 2.

Nesse capítulo serão abordados as etapas e os procedimentos do Método RESET para a construção da Rede de Transporte Público. Além disso, serão também apresentadas as adaptações feitas para que fosse viabilizada a aplicação em um ensaio ilustrativo.

O Método é demonstrado no Roteiro Metodológico (Orrico F^o, 2013) e norteia objetivos claros em relação à função de uma rede de transporte público no ambiente urbano, questionando o conceito de transporte para atendimento das necessidades imediatas de deslocamento aos centros de maior concentração de demanda. Segundo o estudo, devem ser considerados outros aspectos para que de fato o desenvolvimento urbano seja consolidado no planejamento da rede. Um dos objetivos é atender os deslocamentos desejados pela população usuária atual e potencial minimizando os deslocamentos negativos. Além disso, a rede deve ser de fácil compreensão e uso pela população. E um aspecto que o roteiro destaca fortemente é a promoção da articulação dos polos de desenvolvimento da cidade, de forma a facilitar e incentivar o acesso aos subcentros dos bairros; e como qualquer outra rede ser eficiente evitando os desperdícios na operação.

Conceitualmente o Método Reset é formado pelas seguintes etapas, segundo Orrico F^o (2013):

“100 - Definição dos Polos de Desenvolvimento Urbano, Consolidados os Emergentes e projetados no Plano Diretor da Cidade.
200 - Definição dos Pontos de Articulação em cuja proximidade encontram-se concentrações de atividades.
300 - Estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo base da priorização dos deslocamentos coletivos sobre as formas de transporte individual.
400 - Estabelecimento das Regras de Integração
500 - Desenho das Linhas Estruturadoras que promoverão acesso a todos os polos de desenvolvimento urbano.
600 - Desenho das Linhas Locais responsáveis pelo atendimento dos deslocamentos locais e por acesso entre os polos de desenvolvimento de menor complexidade.
700 - Definição das Frequências segundo as premissas de desenvolvimento urbano e de desejo de deslocamento.
800 - Estabelecimento das regras de ajuste da oferta de modo a garantir atendimento às mudanças e equilíbrio ao longo do tempo. “

O Roteiro descreve detalhadamente as etapas 100, 200, 300, 500 e 600; as outras três (400, 700 e 800) são chamadas de Acessórias, embora sejam importantes.

O Roteiro Metodológico desenvolvido pelo Reset é estruturado, em quatro etapas principais, onde a etapa 500 e 600 foram integradas, como se evidencia a Figura 2.



Figura 2: Etapas do Método RESET

Na primeira etapa é incentivada a Seleção dos Polos Urbanos de Desenvolvimento, de acordo com o roteiro devem ser identificados os polos consolidados os emergentes e também os desejados, futuros, estabelecidos no Plano Diretor da cidade ou da Região Metropolitana.

Duas abordagens paralelas devem/podem ser utilizadas e reunidas posteriormente para melhor detecção e seleção dos Polos de Desenvolvimento: a) a partir de dados de viagem (pesquisa Origem Destino) e; b) a partir do entendimento do urbano, este apoiado em Diagnóstico e estudos de Tendências (Planos Diretores Urbanos, Mapas Demográficos atuais e projetados, Mapas de Empregos). A definição final dos Polos de Desenvolvimento deverá ser fruto de trabalho coletivo entre as equipes de mobilidade e de planejamento urbano.

Tendo consciência da existência destes polos, deve ser identificado, em seguida, já na segunda etapa do roteiro, os Pontos de Articulação. Segundo o estudo, o desenho das futuras linhas deve ser feito a partir da ligação de Pontos de Articulação (PA), buscando-se assim garantir tanto a eficiência das ligações entre origem e destino desejadas como também a conveniência, traduzida pela proximidade entre os pontos de embarque e desembarque com as origens e destinos verdadeiros.

Delineia-se aqui um método em três etapas para seleção dos Pontos de Articulação que leva em conta não apenas o conhecimento da realidade local, mas também a participação dos usuários.

Na terceira etapa, é indicado o estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo, antes de conceber a rede de linhas. O Sistema Estruturador é o conjunto de linhas que deverá ligar todos os polos de desenvolvimento considerados, entre si.

E por último na quarta etapa, seria a concepção das Linhas da Rede, a partir dos dados reunidos nas etapas anteriores

Foi elaborado um fluxograma das ferramentas de cada uma dessas etapas para a definição da Rede de Transporte Público, com o intuito de facilitar a execução dos passos e a compreensão das superposições de informações, e os dados necessários. Os fluxogramas serão apresentados nos subtemas que seguem.

4.1.1 Seleção dos Polos de Desenvolvimento

O conceito de polos de desenvolvimento foi associado a François Perroux (1978) e é largamente estudado em economia regional. Souza N. J (2005), tratando de economia regional, destaca a importância dos transportes no apoio ao desenvolvimento dos polos. De igual forma os transportes urbanos, em especial os públicos coletivos, compreendidos como parte integrante da infraestrutura urbana produtiva de uma cidade, exercerão idêntico papel.

No método RESET a seleção desses polos é a primeira etapa a ser realizada para a concepção de uma rede de Transporte Público.

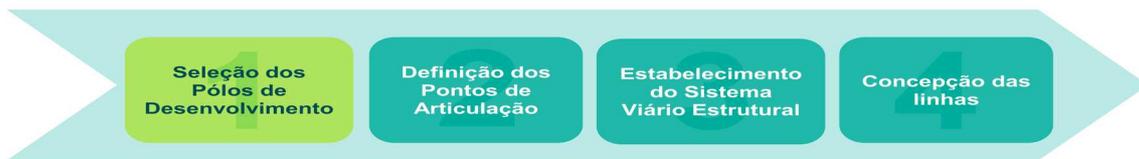


Figura 3: Primeira etapa do Método RESET

O polo de crescimento é sintetizado por Orrico F^o (2013) como um ponto ou uma área que influencia uma determinada região. Para que esta influência realmente seja exercida em toda sua dimensão, o polo precisa dispor de canais que estabeleçam sua ligação com toda a região por ele influenciada. As estradas, os meios de transporte e de comunicação, desempenham esta função possibilitando o crescimento dos polos principais, pela formação do que Perroux chama de “nós de tráfego” e de “zonas de desenvolvimento

Ainda, como sugere Orrico F^o (2013) um fato importante das mudanças morfológicas recentes nas médias e grandes cidades é a acentuação da importância dos subcentros ou centros periféricos no contexto urbano.

As centralidades e o sistema de transportes têm uma relação indissociável, sendo fundamental estudos que consigam diagnosticar seus elementos, avaliá-los e propor medidas para que alterações em um dos elementos sejam desejadas e potenciais para os demais, e vice-versa.

Nesse contexto, cabe destacar ainda que a conformação dos centros e subcentros subsidia o desenvolvimento de diretrizes relacionadas ao planejamento de transportes, que impactam diretamente a mobilidade das pessoas nas cidades. A identificação dos subcentros é imprescindível, por exemplo, para a estruturação de Planos Diretores Municipais e de Mobilidade Urbana, direcionando o planejamento das ações e a implementação dessas políticas.

Outros estudos já foram realizados para encontrar os “Polos de Desenvolvimento” de outras cidades brasileiras. Entre esses estudos estão os da cidade de Manaus e Brasília, desenvolvido por Kneibe (2008). A autora desenvolveu um método para este fim, baseado na expertise de especialistas. O método utiliza a Análise Hierárquica – AHP, para caracterização dos subcentros; e este é seguido e complementado por um procedimento que busca aliar Análise Espacial e *Delphi*, consolidado a partir do conhecimento tácito de especialistas em relação ao espaço urbano com o qual se relacionam. Com a pesquisa a autora conseguiu definir, para o

caso de Manaus, que as principais características relacionadas à conformação de subcentros estão relacionadas à presença das atividades de comércio e serviços, enquanto em Brasília a presença de edifícios públicos ou de uso institucional são as mais importantes para o caso.

O Ministério das Cidades (2004) relaciona a formação e a consolidação dos subcentros urbanos – multicentralidade ou policentralidade – à eficiência e organização das próprias cidades, pois é capaz de proporcionar aos cidadãos o acesso aos serviços essenciais dispensando-se deslocamentos motorizados, realizando pequenas viagens a pé ou de bicicleta; ou ainda favorece a possibilidade de acessá-los pelos modos coletivos de transporte. Conclui-se, portanto, que analisar as centralidades urbanas pode contribuir sobremaneira para a formulação de diretrizes de ordenamento territorial e diretrizes de planejamento de transportes, que favoreçam os modos coletivos e não motorizados de transportes, contribuindo para a melhoria da mobilidade urbana, nas cidades brasileiras.

O trabalho de Rodrigues (2006) assevera que o propósito do transporte é geográfico por natureza, pois este facilita movimentos entre locais distintos. Assim, o transporte tem uma função primordial na organização e estrutura espacial urbana.

Portanto, a cidade apresenta um conjunto de Polos Urbanos de Desenvolvimento que devem ser valorizados e potencializados pela rede de transporte coletivo. Cada polo constitui um centro de atração e produção de atividades e viagens, estruturando o crescimento da cidade. Centros comerciais, industriais, de habitação, de saúde, de educação, de turismo, entretenimento e lazer, são possivelmente os mais comuns.

Em um ambiente urbano existem naturalmente diversos polos consolidados além do centro da cidade, alguns, apesar de já estabelecidos, nem sempre são reconhecidos como tal. Prega que as razões podem ser as mais diversas, desde o simples e mero desconhecimento dos planejadores até o preconceito, por serem bairros populares. Deve-se reconhecer também, locais como polos emergentes, e também locais onde o Planejamento Urbano selecionou para desenvolver alguma centralidade. Espera-se que tais polos sejam valorizados e potencializados pela rede de transporte coletivo.

O fluxograma apresentado na Figura 4 apresenta o fluxo das atividades que devem ser realizadas para selecionar os polos de desenvolvimento de uma cidade de acordo com o Método RESET.

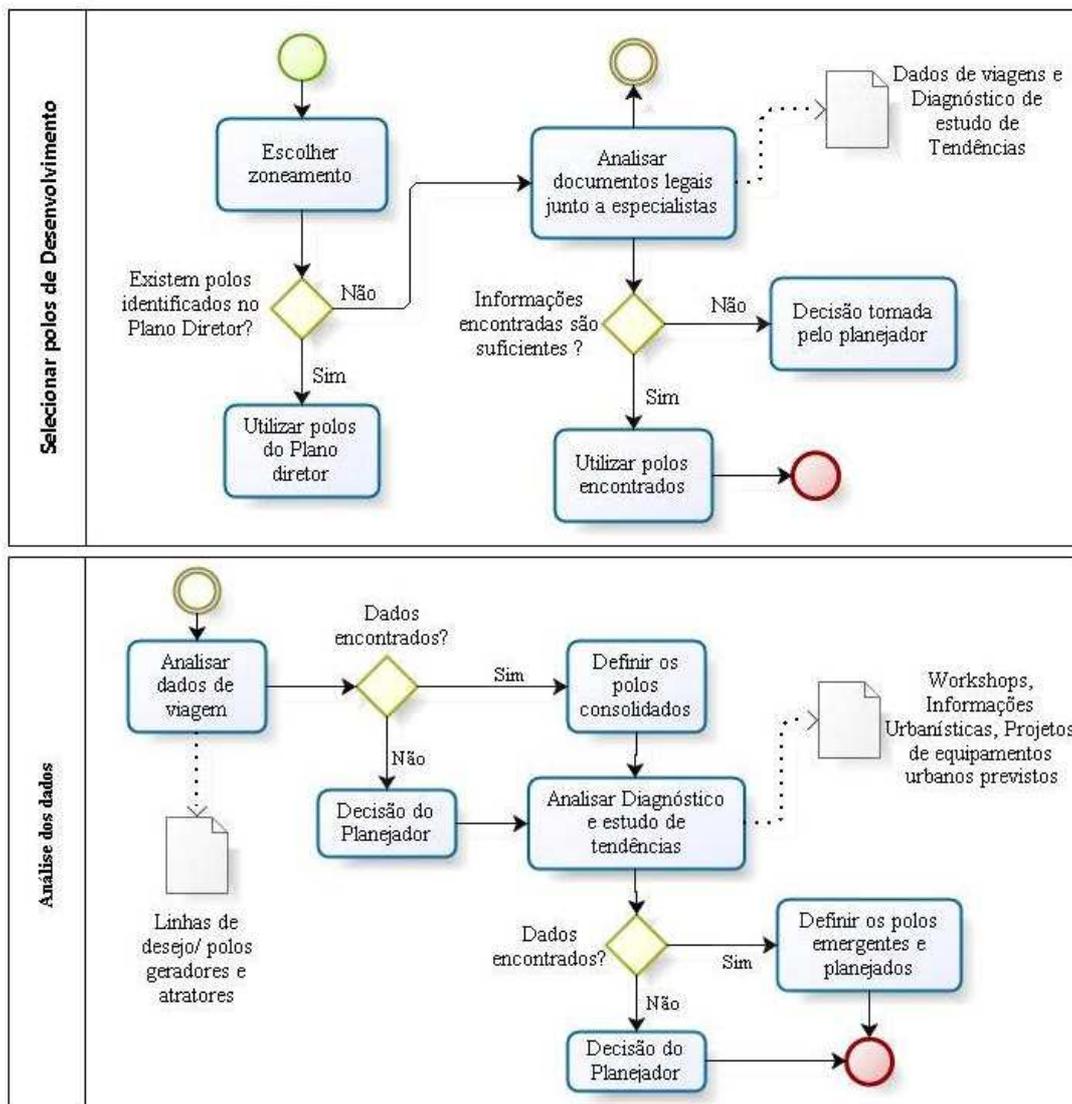


Figura 4: Fluxograma sobre Seleção dos Polos de Desenvolvimento do Método RESET

Uma vez decidida pela aplicação do Método RESET, o primeiro passo a ser adotado é a definição da divisão geográfica do município que irá ser estudado.

A divisão geográfica poderá ser dada por várias formas, divisão por bairros, por zonas de tráfego, por zonas de planejamento, censitária, dentre outras. O importante no método é a utilização de uma unidade única para análise. Sugere-se, portanto, uma divisão que consiga captar regiões semelhantes, com características urbanísticas e sociais aproximadas.

Os Planos Diretores Urbanos, além de dispositivos legais a serem seguidos, revelam o destino desejado para a cidade. O exame detalhado do Plano deve orientar a seleção dos lugares a apoiar o desenvolvimento. Os Polos Emergentes (PE) e os

Futuros, a princípio, devem estar reconhecidos e estabelecidos no Plano Diretor. Devem estar descritos a natureza, o tipo de atividades a criar e a apoiar.

Caso os polos de desenvolvimento não estejam estabelecidos no Plano Diretor da cidade, deve-se seguir uma hierarquia para a obtenção desses dados.

A primeira ação a ser feita, caso não exista um Plano Diretor ou as informações sobre as centralidades não estão documentadas, é procurar os Especialistas da região, para que possa ser feita uma coleta de informações. Junto a essa pesquisa com os Especialistas pode-se utilizar da interpretação de outros documentos legais. Apesar desses documentos não afirmarem com clareza os Polos da cidade, estes são utilizados como base para subsidiar a seleção. Dentre esses documentos legais estão, estudos realizados por especialistas, arquivos da prefeitura, mapas demográficos, informações do IBGE, entre outros.

Se após essas consultas a documentos legais e especialistas não houver informações suficientes, em última instância toma-se partida da decisão do Planejador. Ou seja, o planejador urbano terá clareza dos objetivos e morfologia urbana, suficiente para decidir, junto aos especialistas, quais devem ser considerados Polos urbanos.

O método corrobora essas alternativas, apresentando duas abordagens paralelas que podem ser utilizadas para determinar os Polos de Desenvolvimento: a) a partir de dados de viagem e; b) a partir do entendimento urbano, este apoiado em Diagnóstico e estudos de Tendências.

a) A partir de Dados de Viagens

Se houver dados e informações disponíveis que forneçam origens e destinos das viagens, é possível obter as chamadas Linhas de Desejo. Tais linhas possibilitam ver, não apenas os grandes fluxos, mas em especial os locais de grande afluxo de pessoas e também os de procedência das viagens.

Como o Centro da cidade é sempre um local de enorme atração, todos os outros fluxos e polos ficam nublados e por vezes difíceis de serem percebidos nos mapas. Uma medida para facilitar o reconhecimento de subcentros e fluxos outros é retirar da base de dados as viagens com origem ou destino no Centro. Assim, os subcentros e também os outros fluxos importantes se destacarão nos mapas.

A partir desses passos teremos os **Polos de Desenvolvimento Consolidados**, no entanto, esse procedimento não é suficiente para o reconhecimento dos Polos Emergentes e Planejados. Para tanto o Método RESET sugere a definição destes a partir do estudo urbano.

b) A partir do estudo urbano

Esta etapa deve estar apoiada em um Diagnóstico e um estudo de Tendências.

O DIAGNÓSTICO deve ser objetivo e abrangente, elaborado a partir das informações urbanas, econômicas, sociais e de mobilidade, inclusive com relação à sua evolução. Tal diagnóstico pode ser realizado com as informações disponíveis e executado de forma participativa com a realização de *workshops* por temas específicos, tais como: os eixos de expansão urbana, a área central, a vocação da cidade e distribuição das atividades, aspectos institucionais e regulamentares dos transportes e da mobilidade, os impactos ambientais nos sistemas locais de transportes, os transportes opcionais, automóvel, estacionamento, transporte não motorizados, pessoas, mobilidade de pessoas com deficiência, carga e descarga. O diagnóstico deverá, dentro do possível, identificar oportunidades/possibilidades de intervenção no sistema de mobilidade de natureza diversa, não apenas e como de hábito, para investimentos em infraestrutura viária, mas em especial para oportunidades que incentivem mudanças de comportamento de pessoas, empresas e instituições em geral, quanto à Mobilidade no sentido de maior participação de modos social e ambientalmente sustentáveis. (ORRICO Fº, 2013)

O diagnóstico deve vir acompanhado de um estudo de Tendências do desenvolvimento urbano, os projetos viários e de transporte já comprometidos e os grandes equipamentos urbanos previstos. São importantes os possíveis cenários de evolução do espaço urbano.

A definição final dos Polos de Desenvolvimento deverá ser fruto de trabalho coletivo entre as equipes de mobilidade e de planejamento urbano.

Uma característica importante do método é a interligação dos polos urbanos de desenvolvimento. Para a interligação, devem ser identificados os polos consolidados os emergentes e também os desejados, futuros, estabelecidos no Plano Diretor da cidade ou da Região Metropolitana.

4.1.2 Definição dos Pontos de Articulação

O desenho das futuras linhas deve considerar a ligação dos polos através de pontos espaciais específicos, o método denomina esses como Pontos de Articulação. Portanto, a segunda etapa é definir esses pontos.



Figura 5: Segunda etapa do Método RESET

Os pontos determinados devem buscar garantir tanto a eficiência das ligações entre origem e destino desejadas como também a conveniência, traduzida pela proximidade entre os pontos de embarque e desembarque com as origens e destinos verdadeiros.

A definição desses pontos é uma atividade de estreita vinculação ao conhecimento do urbanismo. Em face da grande inter-relação da escolha desses pontos com a vida das pessoas, com as atividades diárias das famílias.

A Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP) desenvolveu o conceito de pontos de articulação em 1999 para analisar os fatores que influenciam o planejamento dos transportes e do uso e ocupação do solo da cidade de São Paulo, além das simulações matemáticas de geração de viagens. Segundo Schad e Zamperlini (2010), a identificação desses pontos é útil tanto para criar e desenvolver o transporte coletivo quanto para o planejamento urbano em seus perímetros de influência.

Podem nortear tanto o planejamento dos transportes quanto o desenho urbano, criando locais em que os serviços de transporte são apoiados por diversas atividades que criam polos atrativos tanto aos moradores dessas áreas quanto aos usuários de metrô, ônibus ou trem. Também podem servir de base para instalação de novas estações e ampliação ou criação de linhas de transporte público.

Com a identificação desses pontos e caracterização das áreas, pode-se perceber aquelas com carências como falta de oferta de transporte público, empregos, infraestrutura, entre outros, que podem servir de justificativa para realização de projetos que promovam o desenvolvimento ou consolidação desses locais. São locais em que a demanda de transporte e de adensamento urbano são significativos e merecem planejamento para o presente e para situações futuras. Têm características como concentração de linhas de transportes públicos, concentração de comércio, serviços e/ou produção, geração ou atração de viagens e características físicas favoráveis ao acesso ou ao adensamento.

O fluxograma da Figura 6 apresenta o processo que deve ser realizado para definir os pontos.

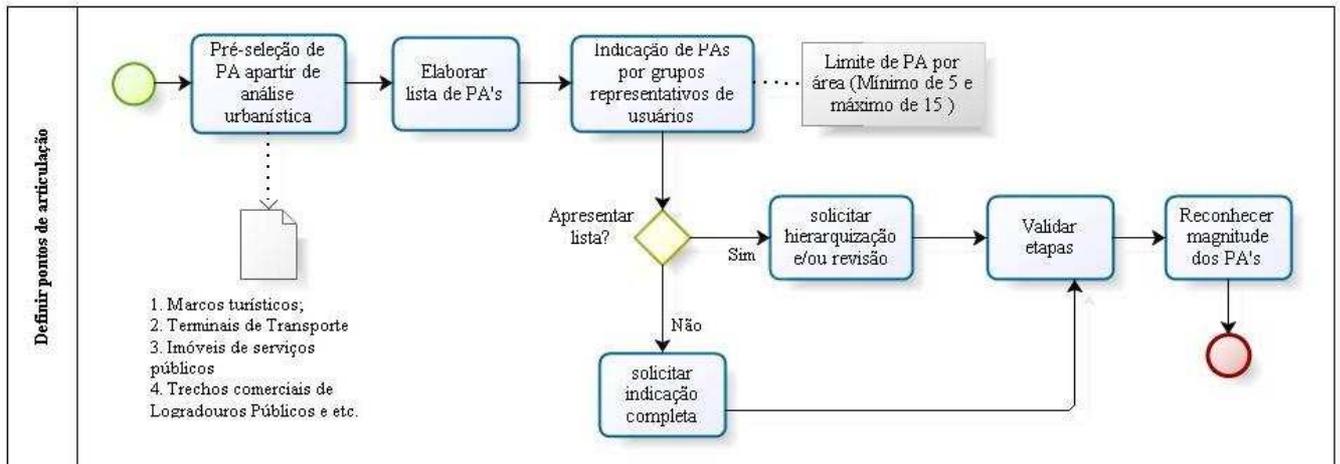


Figura 6: Fluxograma sobre Definição dos Pontos de Articulação do Método RESET

O Método aponta três etapas para seleção dos Pontos de Articulação que leva em conta não apenas o conhecimento da realidade local, mas também a participação dos usuários. As Etapas são:

- i. Pré-seleção a partir de análise urbanística;
- ii. Indicação de PA por grupos representativos de usuários, por região;
- iii. Validação Síntese das duas etapas;

Etapa I - Pré-seleção de PA a partir de análise urbanística:

A ser feita com base conhecimento da equipe técnica de transportes com participação de técnicos da prefeitura encarregados do desenvolvimento urbano, desenvolvimento econômico da cidade e, caso exista, do desenvolvimento local.

Esta tarefa deve levar em conta os elementos referenciais considerados importantes e que são abaixo apresentados:

1. Marcos turísticos;
2. Terminais de Transporte (ônibus, ferrovia, ponto terminal);
3. Imóveis de serviços públicos (educação, cultura, saúde, esporte, entretenimento, segurança, e serviços de Governo em geral)
4. Trechos comerciais de Logradouros Públicos (praça, rua, avenida);
5. Imóveis privados de interesse público (igrejas, hospitais, escolas, entretenimento, clubes e associações);
6. Imóveis privados comerciais (shoppings e prédios de escritórios)
7. Imóveis privados residenciais (condomínios);

A equipe técnica deverá ainda levar em conta as condições físicas e operacionais dos locais escolhidos, bem como as perspectivas e previsões, sobretudo para as áreas onde deverão se formar novos polos de desenvolvimento.

A quantidade de PA e de sua distribuição espacial é, sem dúvida, um indicador de oferta de grande importância para o desenho da rede. Tal indicador, evidentemente,

não inclui outras dimensões da oferta tais como frequência de serviços nem variedade de destinos possíveis que seria uma *proxy* de oportunidades disponíveis.

Uma forma ainda que inicial de avaliar, em termos geográficos (não em termos temporais) a aderência da rede aos desejos das pessoas seria a facilidade delas alcançarem um serviço de transportes coletivos a partir de seus locais de origem (vice-versa, os destinos). Maior a densidade de PAs, maior seria então essa facilidade.

Uma vez obtidos os PA por bairro, passa-se ao procedimento posterior, que é o de discutir a adequabilidade desses PAs com a população usuária dos transportes coletivos.

A equipe deve discutir entre as diferentes possibilidades:

- a) apresentar a lista de PAs levantados pela equipe e solicitar hierarquização;
- b) apresentar a lista de PAs levantados pela equipe e solicitar revisão, aceitando novas indicações e cortes e posterior hierarquização;
- c) não apresentar a lista de PAs levantados pela equipe e solicitar indicação completa.

Etapa II - Indicação de PAs por grupos representativos de usuários:

Procedimentos para selecionar, convidar pessoas e delas coletar informações em atividades de apoio e participação na formulação de políticas e projetos públicos são muitos, variados e fogem ao escopo deste Método.

Tendo em conta que as famílias e agentes econômicos locais têm melhor conhecimento da realidade imediata e de suas necessidades, esse levantamento deverá ser regionalizado, no ambiente urbano a indicação é que seja feita por bairro ou ambiente equivalente.

Por simplicidade, será usada a palavra bairro, destacando como acima dito, a indicação do reconhecimento das experiências locais na matéria.

No que concerne o desenho da rede em si, um cuidado importante nesta etapa é o de evitar um número excessivo de indicações de locais para Pontos de Articulação, o que pode trazer dificuldades para o traçado das linhas e, talvez, frustrar expectativas quanto ao número linhas e de locais de pontos de embarquem determinados locais.

Etapa II – Validação Síntese das duas etapas

Alguns critérios que devem ser considerados para identificação dos PA que deverão estar próximos aos locais de interesse imediato da população usuária dos transportes coletivos, ou aos seus destinos finais. Quatro elementos centrais devem ser utilizados para orientar a Seleção dos Pontos de Articulação (PA):

- a) o reconhecimento da população sobre os referenciais locais escolhidos, sobretudo os predominantes

- b) a importância ou a magnitude desses referenciais
- c) a limitação da quantidade de pontos de articulação por área
- d) um mecanismo que possibilite hierarquizá-los, ou ao menos grupá-los em diferentes graus de hierarquia;

Reconhecimento. É importante verificar no processo de seleção (e posterior denominação) dos PA, que esta tarefa considere **o reconhecimento da população sobre os referenciais locais**, sobretudo os predominantes, levando em conta a importância ou a magnitude deste referencial. Com isso, o ponto passa a ter uma identidade própria ou típica do local onde se encontra instalado, seja uma praça, junto a um museu ou próximo a uma estação de transbordo.

Essa correta identificação e denominação do PA ajuda fortemente no processo de localização e posicionamento do usuário na rede de transporte, tornando o seu destino de viagem mais facilmente assimilado com representação física do ponto.

Magnitude. O processo de busca pelo referencial mais conveniente, quando existir mais de um, deve levar em conta a magnitude ou importância do referencial sob a ótica do usuário e sua proximidade com o ponto. Por isso a necessidade de estabelecer critérios para a escolha do referencial mais adequado e mais representativo do local onde o PA se encontra.

Limite de número.

A literatura apresenta indicações de quantidade de Pontos de parada e afastamento entre eles para diversas situações. Deve-se buscar número adequado para evitar excesso de caminhada e excesso de paradas.

Hierarquia. Há real necessidade, portanto, de estabelecer um limite para o número de PA indicado por cada grupo (p. ex.: 10 a 15 por bairro) e, além disso, os PAs deverão ser classificados dentro de uma hierarquização.

Como dito anteriormente, os Pontos de Articulação são pontos de interesse imediato da população usuária dos transportes coletivos, pontos próximos aos seus destinos finais em cuja proximidade se encontra, portanto concentrações de atividades. Neste processo então, apresentados os limites de quantidade total de quantidade por grau hierárquico, cabe à população consultada fazer as indicações.

4.1.3 Estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo

Segundo o Método o Sistema Estruturador é o conjunto de linhas que deverá ligar todos os polos de desenvolvimento entre si. Essa é a terceira etapa descrita no Método.



Figura 7: Terceira etapa do Método RESET

No que se refere aos transportes coletivos, há que se estabelecer ao menos para a rede de serviços de prioridade mais elevada, uma rede viária específica aqui chamada de SVETC – Sistema Viário Estrutural de Transportes Coletivos,

O SVETC deverá ter condições físicas de atender os volumes atuais de Transporte Público e prever a possibilidade de atendimento futuro possibilitando que em alguns deles os volumes venham a ser ampliados, além de se estabelecer prioridade para o Transporte Coletivo.

Os polos considerados não são hoje, necessariamente os locais de maior atração de viagens, ao contrário, deseja-se ao incluí-los na rede estruturadora e com isso apoiar o seu desenvolvimento. Por essa razão, as vias que hoje dão acesso a uma parcela dos polos são vias de baixo volume de tráfego, portanto não estariam ordinariamente listadas na rede principal de tráfego da cidade.

O SVETC é crucial para a funcionalidade da rede, é seu próprio esqueleto e não pode, portanto, ser encarado como mero subconjunto do sistema viário voltado para o tráfego em geral.

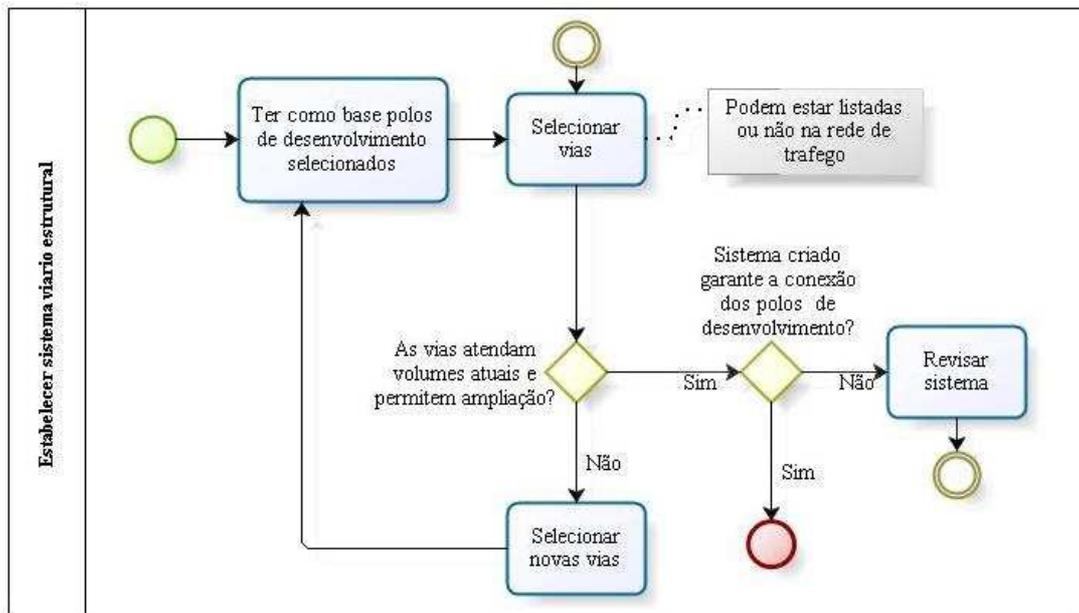


Figura 8: Fluxograma sobre estabelecimento do Sistema Viário Estrutural de Transporte Coletivo do Método RESET

O Método não delinea um processo a ser executado para estabelecimento desse sistema viário, por isso o fluxograma apresentado na Figura 8 é mais simplificado.

4.1.4 Concepção das linhas da rede

Estabelecido o Sistema Viário Estrutural a próxima etapa é a concepção das linhas da Rede.



Figura 9: Quarta etapa do Método RESET

Na concepção das linhas compreende-se que o transporte público deve atuar na promoção da inclusão e desenvolvimento humano, pois o sistema viário é um bem comum. Sob olhar econômico, compreender os transportes coletivos não apenas como uma atividade econômica em si, a ser otimizada e a buscar redução de custos, mas uma atividade econômica que interfere na produção e consumo de tudo no ambiente urbano.

O seu desenho, portanto, não poderá estar restrito apenas às necessidades atuais, mas na criação de oportunidades nas cidades, para que essas possam se estruturar. Portanto o sistema de transporte deve atender não apenas à demanda manifesta, mas, sobretudo criar oferta que dinamize o uso do solo de acordo com o planejamento, além de minimizar o uso da área central com relação à atividade de mero transbordo.

Tendo em conta as premissas anteriormente apresentadas, o método adota os seguintes passos para concepção das linhas da rede.

1. A partir dos polos selecionados serão definidas as Linhas do Sistema Estrutural visando garantir a conexão da rede, tendo em conta o viário para traçar o itinerário.
2. As linhas devem, de preferência, ligar ao menos três polos, portanto não se espera que sejam curtas.
3. O trajeto entre dois Polos deve buscar passar pelos Pontos de Articulação selecionados.
4. O desenho da rede de linhas priorizará o acesso aos subcentros da cidade, evitando o uso desnecessário da área central com mera função de transbordo.
5. As linhas devem ter superposição parcial com duas outras, partilhando cerca de 1/3 do percurso com cada uma delas, de modo a criar oportunidades de escolha para os usuários.
6. Os passos acima podem ser feitos:
 - a. de modo intuitivo, desenhando-se inicialmente as linhas TRONCAIS, em seguida as TRANSVERSAIS e por fim as de CONTORNO
 - b. de modo analítico, e com auxílio de recursos computacionais, estabelecendo-se funções objetivo, bem como critérios e restrições que traduzam as premissas acima;

Esses passos estão destacados em sequência no fluxograma da Figura 10.

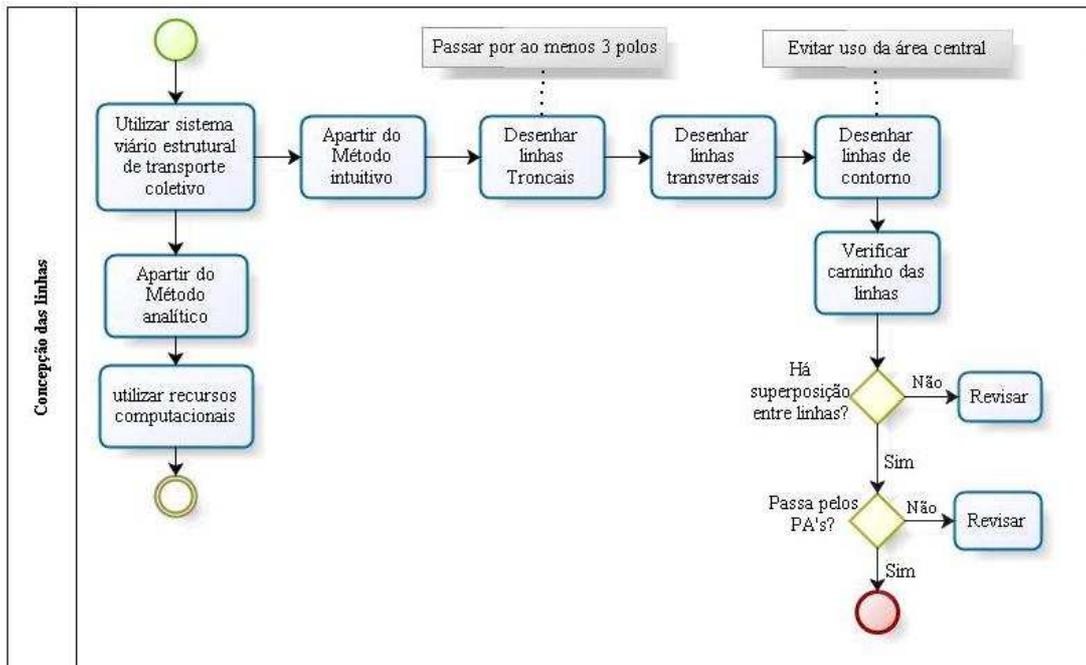


Figura 10: Fluxograma sobre Concepção das Linhas da Rede do Método RESET

O Método prega que as linhas locais terão as seguintes funções:

- Função de alimentação/distribuição das linhas que formam o sistema estrutural
- Fornecer aos bairros acessibilidade aos centros locais
- Interligar dois bairros contíguos ou relativamente próximos que não podem ser atendidos diretamente pelo sistema estrutural
- Interligar dois eixos estruturantes

A rede local deve ser mais do que um sistema voltado para o abastecimento da rede estrutural. Tal estrutura também é responsável pelo atendimento dos deslocamentos locais, ou seja, deve prover o acesso entre os polos de desenvolvimento urbano de menor complexidade.

No desenho das Linhas locais o método vincula que:

- Devem ligar os Pontos de Articulação de cada bairro às linhas do Sistema Estrutural mais próximas
- Devem dar cobertura também às áreas de periferia do bairro
- Devem dar acesso a centros de bairros vizinhos, aí se incluem escolas, sobretudo de segundo grau cuja oferta é em menor número e a distribuição na cidade pode ser adversa.
Seu desenho deverá se pautar:
- no atual desenho das linhas, em especial dos seus trechos nos bairros, que mostra a capilaridade dos serviços.

Um cuidado deve ser tomado com relação à capilaridade e à conveniência representada pela proximidade das linhas (pontos de parada) às origens das viagens, sobretudo nos bairros. Um procedimento de verificação pode ajudar a ajustar os itinerários inicialmente desenhados: subdivide-se cada zona de tráfego em 4 áreas de modo a examinar em planta, para cada uma das áreas, o possível caminamento dos usuários e realizar possível ajuste.

e. na rede dos Sistema Estrutural

Seu caráter local exige que tenham obrigatoriamente contato com a rede estrutural, seja em um ponto, seja em terminais, seja ao longo de um quarteirão ou dois, não mais do que isto, pois não caberá ao serviço local atender corredores.

f. na matriz de O/D, que poderá revelar destinos não cobertos

g. Dependendo da demanda podem ser operadas por ônibus comuns e micro-ônibus de modo a garantir boa frequência

De acordo com Ferraz e Torres (2004) a manutenção das linhas de Transporte Público deve respeitar os usuários do sistema. De acordo com os autores mudanças extremas na rede causam confusão de entendimento ao usuário. Portanto o fato das linhas serem mantidas na nova concepção da Rede é uma estratégia que facilita a implantação e compreensão dos usuários, e até mesmo para evitar possíveis reclamações. A mudança de padrões rotineiros é repelida mesmo fora do contexto de Transporte Urbano.

4.2 Tópicos conclusivos

A estruturação de redes de transporte público é objeto de estudo de diversos autores e diversas são as abordagens propostas, muitas se assemelham em sua função objetivo apesar das ferramentas utilizadas no processo serem distintas.

O Método RESET traz uma nova maneira de pensar o planejamento da rede de TP. As etapas descritas sumarizam a importância de pensar o transporte integrado ao uso do espaço urbano com a apresentação do conceito de polos consolidados, emergentes e planejados. E salientado o papel dos pontos de articulação no direcionamento dos caminhos da rede.

A principal contribuição foi a confecção dos fluxogramas que sintetizam as etapas do Método, os fluxogramas possibilitam a compreensão dos processos executados em cada etapa e serão importantes, também no desenvolvimento do ensaio ilustrativo.

O próximo capítulo tenta compreender o Método RESET e ressaltar a essência desse como uma ferramenta de promoção da descentralização do espaço urbano, através de um ensaio ilustrativo em uma cidade média brasileira.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para concretização do estudo foi necessário a utilização de alguns *softwares* e a composição de uma base de dados. Como recurso de análise, priorizou-se a técnica de análise espacial. Essa técnica é o estudo quantitativo de fenômenos que são possíveis de serem localizados no espaço, e procura avaliar se o fenômeno estudado possui uma referência espacial ou geográfica. Para Câmara *et al.* (2000), a ênfase da análise espacial é quantificar as propriedades e os relacionamentos dos dados espaciais que são definidos como quaisquer dados que possam ser caracterizados no espaço em função de algum sistema de coordenadas. Destarte, a ideia central da análise espacial é incorporar o espaço à análise a que se deseja fazer.

Portanto, utilizaram-se os dados disponíveis de viagens para geração de mapas temáticos que pudessem auxiliar na aplicação do método.

Os dados utilizados no ensaio ilustrativo provieram de três fontes: a primeira, a Matriz Origem-Destino embarcada realizada na cidade em 2006 para o processo licitatório da operação do Transporte Público (ATCMC, 2012) e a segunda, uma entrevista semiestruturada com dois professores do corpo docente do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros, sendo um deles participante efetivo da elaboração do novo Plano Diretor da cidade e a terceira a Secretaria de Transportes da cidade.

As bases de dados geográficas do espaço urbano, do sistema viário e da rede de Transporte Público existentes são respectivamente do laboratório de geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros, do laboratório de Transportes Não Motorizados do núcleo de Administração da mesma universidade e da Secretaria de Transportes de Montes Claros.

Os dados extraídos foram a Matriz Origem-Destino, mapa georreferenciado das Zonas de tráfego do município, e os centróides das zonas de tráfego e mapas de densidade e renda.

O levantamento de viagens origem-destino é um instrumento fundamental tanto para planejamento urbano quanto para sistemas de transporte. Os levantamentos são expressos em matrizes O/D, as quais contêm em suas células a distribuição das viagens geradas em uma zona para as demais. Essas viagens são estimadas e classificadas de acordo com um único propósito, com um mesmo modal e para um mesmo período de tempo.

A Matriz embarcada, é obtida com uso de pesquisa junto aos usuários do Sistema de TP e, não é tão precisa quanto a Matriz de preferência declarada, uma vez que apenas quantifica os usuários atuais do sistema. E a outra consegue abranger os futuros usuários do Transporte.

Já as Zonas de Tráfego são os locais onde as viagens são iniciadas e encerradas. Devem apresentar características preponderantemente homogêneas quanto ao uso e ocupação do solo, tais como atividade comercial, industrial ou característica predominantemente residencial (Saraiva, 2000). Ou podem meramente ser determinadas por separação geográfica, tal como um conjunto de bairros em uma área urbana.

Os Centróides correspondem ao ponto representativo do centro de produção e atração de viagens de uma zona de tráfego (pontos de origem e destino). Os centróides representam os pontos onde as viagens são iniciadas e/ou finalizadas. Em trabalhos de estimação de deslocamentos populacionais, o centróide pode ser considerado o local de maior concentração de população da zona (Gonçalves et. al, 2000).

Os softwares utilizados foram o TransCAD 4.5 e o ArcGIS 10.1

O TransCAD é um Sistema de Informações Geográficas para Transportes (SIG-T), desenvolvido especificamente para utilização em problemas de planejamento e/ou operação de sistemas de transporte, com a vantagem de haver necessidade de criar aplicações customizadas ou módulos de conversão/intercâmbio de dados, podendo ser utilizado para resolver problemas de roteamento e logística, com maior facilidade e eficiência do que outros *softwares* não específicos (Caliper, 1996).

Utilizou-se o *software TransCAD 4.5*. A utilização do SIG vem sendo muito difundida nas administrações públicas, sendo uma ferramenta importante no auxílio à tomada de decisões, tanto para a definição de novas políticas de planejamento quanto para avaliação de decisões tomadas e também para o planejamento ambiental ou urbano.

O ArcGIS é um pacote de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma gama de ferramentas de forma integrada.

Lembra-se que, não é ignorada a aplicação por outros *softwares*, no entanto esses foram considerados mais adequados para o caso. Além dos *softwares*, o *Google Maps* que é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra gratuito na web, foi utilizado nas análises.

5.1 Alterações para aplicação do Método RESET

Para a Seleção dos Pólos de Desenvolvimento, na impossibilidade de se realizar um diagnóstico participativo, no caso desse estudo acadêmico. Foram feitas algumas alterações na parte de análise dos dados destacadas no fluxograma da Figura 11 e descritas a seguir.

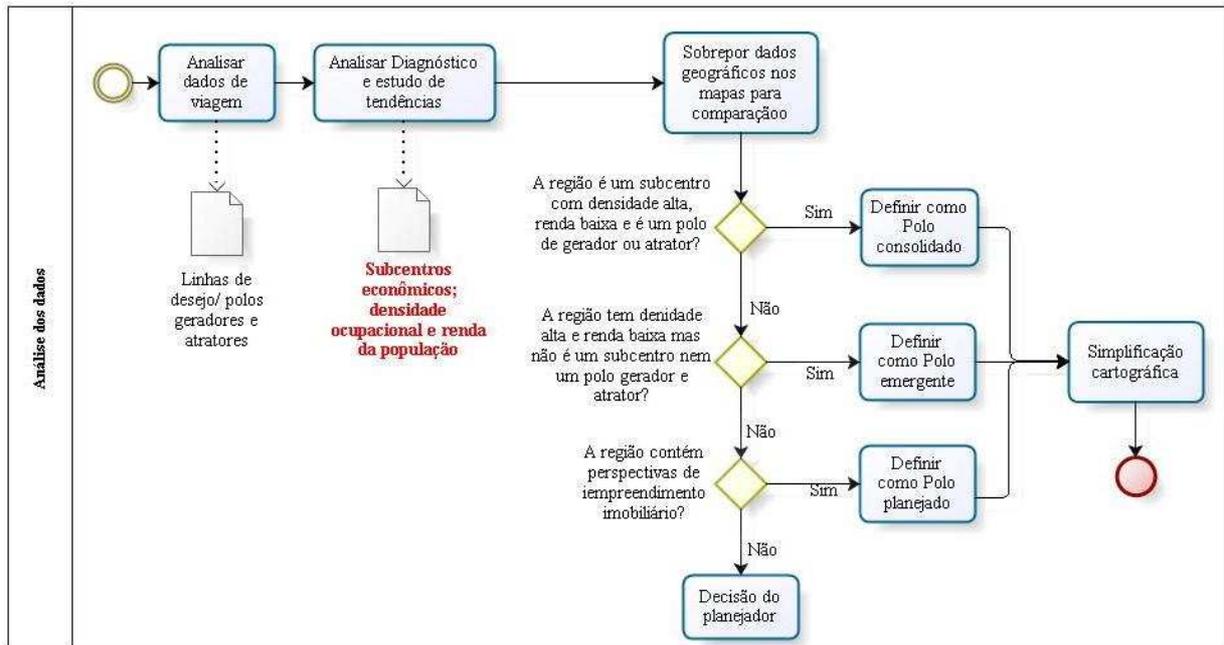


Figura 11: Fluxograma adaptado sobre Seleção dos Polos de Desenvolvimento do Método RESET

Para tentar atender esses parâmetros foi formulada uma entrevista, que aborda os aspectos importantes na definição de um Polo Urbano de Desenvolvimento. Sugere-se também, a utilização de uma Análise Hierárquica, no caso de existirem divergências entre os especialistas e outros membros consultados, para entender a melhor maneira para se identificar os polos urbanos. Schad e Zamperlini (2010) fizeram um estudo dos polos da cidade de São Paulo utilizando a Análise Hierárquica para identificação dos polos.

Após análise dos dados aferidos, sugere-se a sobreposição em Mapas para selecionar os polos que foram identificados nos dois processos, tanto na definição das linhas de desejo, como os do estudo urbano. A partir dessa sobreposição, serão determinados os polos a serem trabalhados.

A título de ilustração, foi proposta a identificação dos Polos a partir de consulta a especialistas, pesquisadores urbanistas. O primeiro especialista consultado sugeriu, portanto, a utilização de um **índice de acordo com a densidade e renda** das regiões

como forma de definição dos polos. Em complemento, o segundo especialista aconselhou uma pesquisa por referências bibliográficas para seleção dos **subcentros econômicos** da cidade.

Para os pesquisadores o comparativo da renda com a densidade e a localização dos subcentros seria suficiente, nesse momento, para a suposição dos Polos de desenvolvimento da cidade.

Sugeriu-se ainda que a região que apresente uma baixa renda associada a uma alta densidade além de estar desassociado de uma zona produtora ou atratora de viagens, seja considerada **polo emergente**.

Os **polos consolidados** serão àqueles que além de subcentros, tem densidade alta associada à renda baixa e que sejam zonas de produção e atração de viagens.

Os **polos planejados** de acordo com os especialistas podem ser associados às regiões que contêm empreendimentos imobiliários do capital privado; como moradias populares, indústrias, etc.

Por fim, para simplificação dos polos, os especialistas consideraram a análise da característica cartográfica, ou seja, por se tratar de um estudo com fins de planejamento de transporte, a localização desses polos será importante para o ordenamento da cidade. Para tanto, sugeriu-se escolher polos em cada ponto cartográfico da cidade (norte, sul, leste e oeste).

Segundo Leite (2011) a variável renda apesar das críticas recorrentes, como erros de generalização e dificuldade de padronização espacial, é um dos principais indicadores para entender o espaço, uma vez que se configura como elemento importante para a análise social, bem como para o estudo da dinâmica econômica. A compreensão da distribuição da renda no planejamento de políticas públicas é importante para não incorrer no agravamento da desigualdade socioeconômica e, conseqüentemente, na promoção da segregação do espaço.

A densidade de ocupação também é considerada uma variável importante na classificação do solo urbano. A densidade refere-se ao número de imóveis edificados por unidade de área, o que implica no grau de utilização da infraestrutura (Henriques, 2008). Associada à classe de uso residencial do solo urbano a densidade revela as áreas de maior concentração de edificações e que, normalmente, dispõem de infraestrutura, bem como as áreas com maior quantidade de espaços vagos e que são, na maior parte dos casos, carentes de infraestrutura e, ainda, são usadas para fins especulativos.

Foi proposto utilizar parcialmente a primeira etapa para definição de pontos de articulação proposta pelo Método RESET. Ou seja, a seleção a partir de análise urbanística, como observado no fluxograma adaptado na Figura 12.

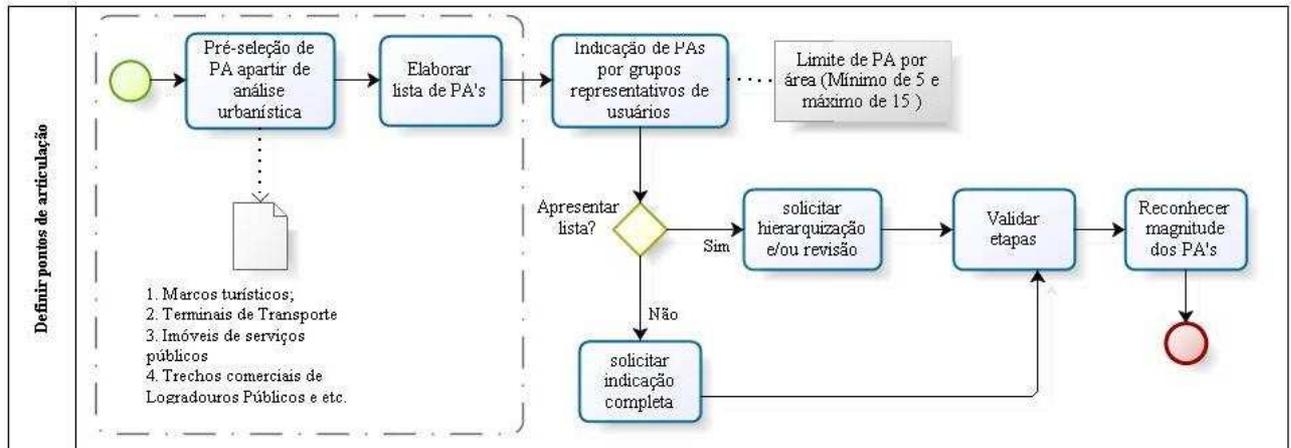


Figura 12: Fluxograma adaptado sobre Definição dos Pontos de Articulação do Método RESET

No Método RESET é proposto que a definição seja feita com base no conhecimento da equipe técnica de transportes com participação de técnicos da prefeitura encarregados do desenvolvimento urbano, desenvolvimento econômico da cidade e, caso exista, do desenvolvimento local. No entanto, por não ter acesso a essa equipe técnica, a seleção foi realizada considerando os elementos da bibliografia pesquisada em comparação aos elementos destacados como importantes no Método RESET.

Para a caracterização do Sistema Viário Estrutural de Transporte coletivo nesse ensaio, foi necessário, primeiramente conhecer as principais estruturas viárias da cidade (ruas e avenidas) e em seguida realizar o procedimento destacado na Figura 13.

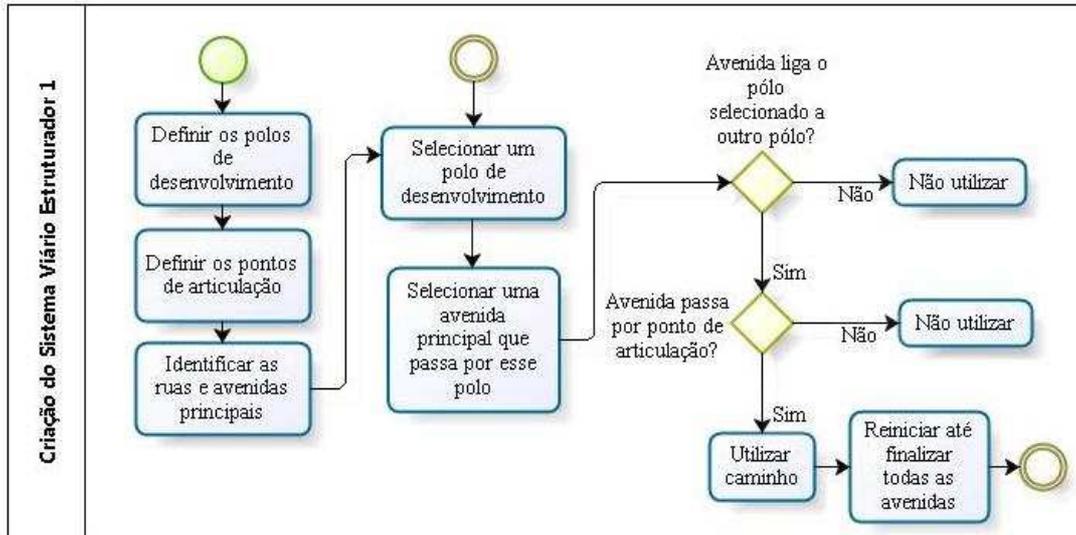


Figura 13: Fluxograma de seleção das Avenidas que compõem o SVETC

Através do procedimento descrito é possível selecionar os trechos que fazem ligações diretas entre polos, característica destacada na definição do SVETC. O procedimento é basicamente investigar trecho a trecho qual faz ligação direta com o polo, e com o critério de passar por um ponto de articulação.

A partir da caracterização dessas avenidas, partiu-se para a caracterização do sistema viário estrutural. Acredita que as vias que hoje dão acesso a uma parcela dos polos são vias de baixo volume de tráfego, portanto não estariam ordinariamente listadas na rede principal de tráfego da cidade. Portanto, é necessário mais do que a caracterização das principais avenidas.

Definiu-se como sistema viário estrutural, além das principais avenidas, aqueles trechos que atualmente trafegam transporte público, independente de seu volume. A condição de classificação seria a ligação entre os polos de desenvolvimento aqui selecionados.

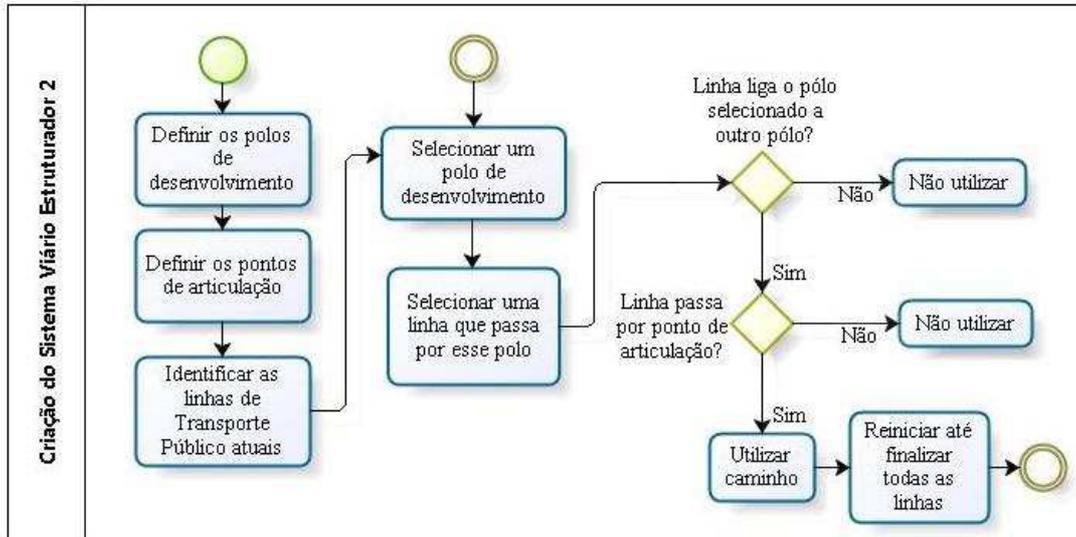


Figura 14: Fluxograma de seleção das Linhas de Transporte Público atuais que compõem o SVETC

Para os polos que, mesmo depois dessas etapas, não tiverem sido interligados, considerou-se a seleção de trechos, que não são avenidas principais e que não transitam transporte público. O critério de seleção foi a viabilidade de transito de ônibus no local (largura e condições físicas das ruas, preferencialmente sem ligação com o Centro da cidade).

A última etapa é a concepção das linhas, considerou-se a realização de um recorte das linhas existentes no sistema atual, de forma a garantir a capilaridade da rede, além de atentar para a priorização das linhas que passam pelos pontos de articulação. Como demonstrado no fluxograma da Figura 15.

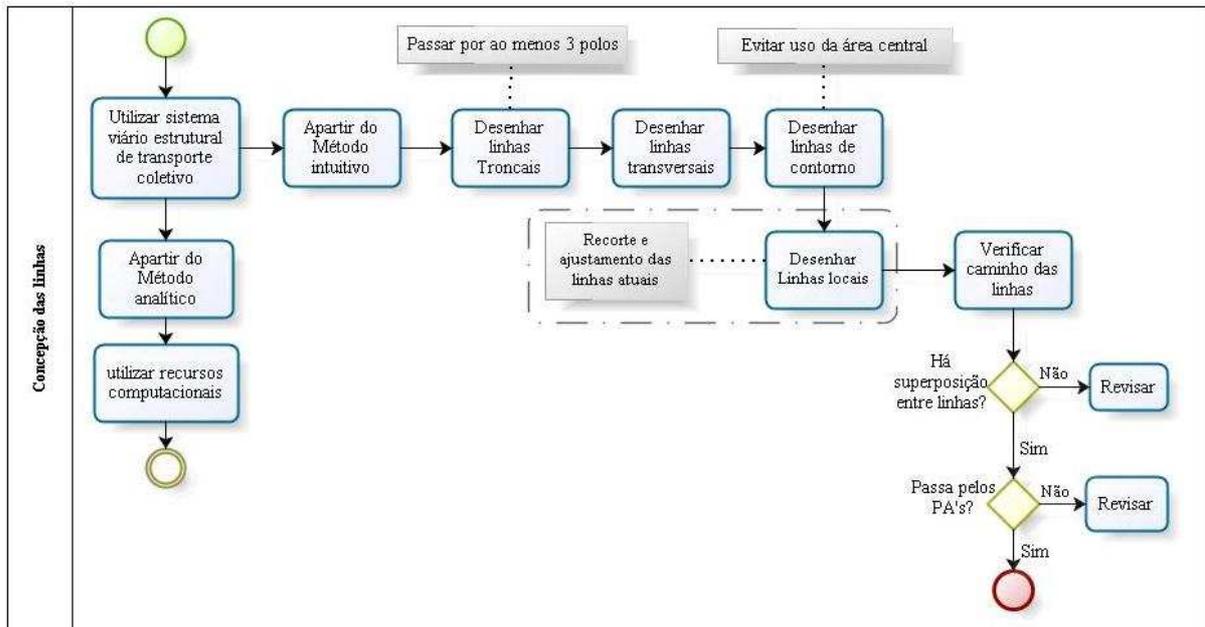


Figura 15: Fluxograma adaptado sobre Concepção das linhas do Método RESET

O sistema viário é um bem comum, portanto deve atuar na promoção do desenvolvimento. Deve-se compreender o transporte público como uma atividade que interfere na produção e consumo de tudo no ambiente urbano.

5.2 Índice de Acessibilidade a partir do número de ligações diretas

Para realizar uma comparação entre a rede de Transporte Público atual e a rede aqui planejada, optou-se por fazer uma análise da acessibilidade ao transporte através de um dos índices relatados por Silva (1998), a medida de oferta do transporte público. Para tanto, será utilizada a análise proposta por Santos Neto (2015): o número de ligações diretas por Transporte Público.

A análise de Santos Neto (2015) interpreta o número de ligações diretas possíveis de serem realizadas a partir de um ponto específico, no caso do autor a partir das unidades de saúde da cidade. A análise foi adaptada para esse estudo, de forma que ao final possa se obter um índice comparativo das duas redes: número de zonas alcançadas sem transbordos *versus* número de zonas alcançadas através de transbordo. Ou seja:

$$\text{Índice comparativo} = \frac{\text{Número de ligações diretas da nova rede}}{\text{Número de ligações diretas da rede atual}} - 1$$

5.3 Caracterização da cidade de Montes Claros

O objeto de estudo será o município de Montes Claros, esse dista 418 km da capital mineira, Belo Horizonte. Tem 3.582 km² e tinha uma população de 412.284 habitantes em 2010, segundo o IBGE. É o sexto município mais populoso do Estado e também uma das maiores economias mineiras, alcançando o 10º lugar no ranking municipal de composição do PIB estadual em 2012.

A base de sua economia é o comércio, principalmente o varejo. A indústria teve impulso com o início da participação da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) na região. Com a instalação das indústrias, Montes Claros sofreu um grande fluxo migratório proveniente das regiões Norte e Noroeste de Minas e de parte do Sul da Bahia, consolidando seu papel de centro regional.

A localização geográfica da cidade a coloca entre os principais entroncamentos rodoviários do país, com duas rodovias federais e três estaduais cortando o perímetro urbano.

Montes Claros é classificada como cidade média por possuir além de tamanho demográfico superior a 400 mil habitantes, uma variedade de serviços e produtos que atendem a demanda da vasta região norte-mineira, seu espaço de polarização o relevante dinamismo econômico propiciado notadamente pelo setor terciário e a forte polarização regional são elementos importantes na dinâmica atual dessa cidade e que contribuem para pensar o seu papel de cidade média no contexto norte-mineiro (Pereira e França et al, 2012).

A cidade constitui-se como pólo regional para o atendimento de necessidades da população local e regional. Pessoas de todas as cidades demandam por determinados tipos de serviços existentes em Montes Claros. Em muitos casos, isso ocorre porque não há o bem ou serviço desejado, ou necessário, na cidade de origem, mas em outros há uma clara opção em consumir na maior cidade da região.

Serve de base de deslocamento para outras cidades dentro da mesorregião, via ônibus e o fluxo aéreo para a capital e outros centros, já que é a única cidade com aeroporto com vôos fixos. Funciona, assim, como nó na rede de fluxos de pessoas e mercadorias com destino dentro e fora da região; ela desempenha papel de centro de crescimento econômico regional, uma vez que tem como atividade econômica preponderante o setor de comércio e de serviços, além da concentração industrial, sendo uma das cidades que está entre as dez maiores na composição do PIB estadual; é uma

cidade distante da região metropolitana e de outra cidade de igual porte, por isso é denominada por vários autores como um “centro regional isolado”. Isso representa a preponderância desse centro em relação ao conjunto das cidades da região; é o maior fórum regional de decisões políticas e debates em torno das necessidades da região, sediando todas as diretorias regionais de órgãos públicos, algumas ONGs de caráter regional, entre outras (Pereira e França et al, 2012).

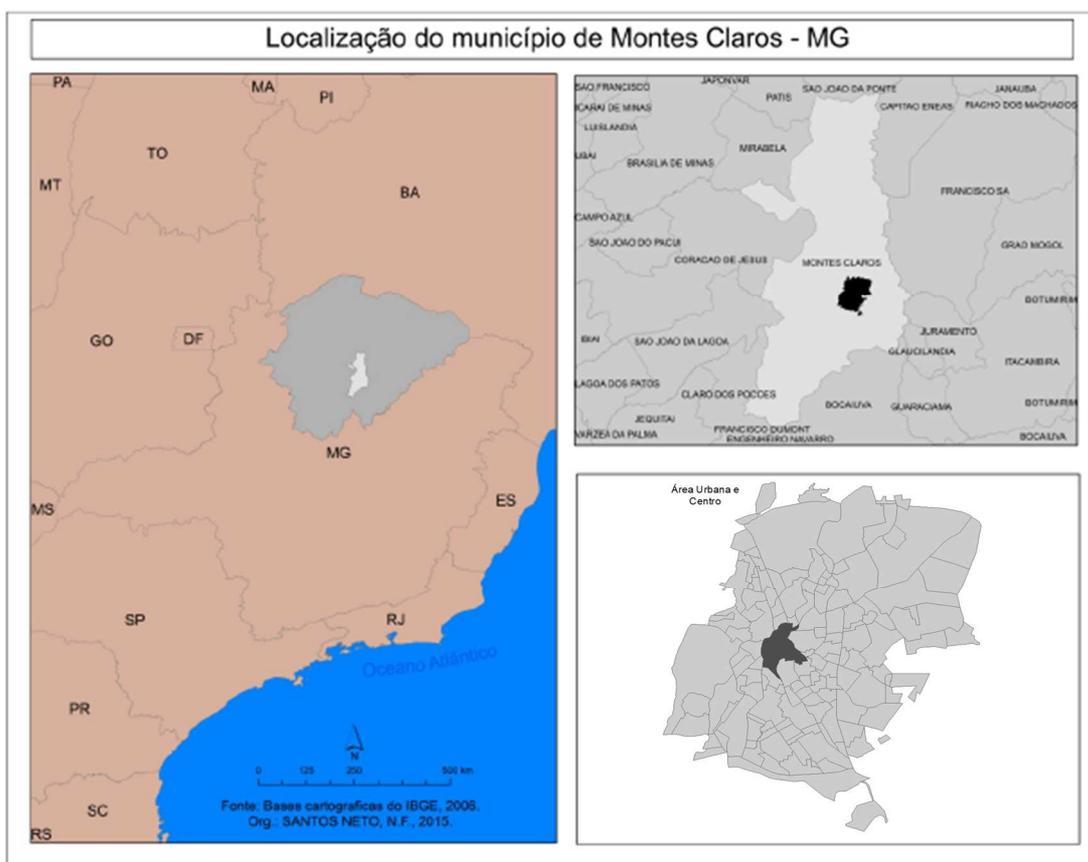


Figura 16: Mapa localização do município de Montes Claros/MG

A área urbana do município tem densidade de 2.979 hab/km², no entanto distribuída de forma irregular, havendo uma concentração maior nos bairros periféricos das zonas norte, sul e leste.

5.3.1 Aspectos urbanos da cidade

França (2007) em seu estudo ressalta que a concentração excessiva de atividades e serviços no núcleo central da cidade e a melhoria nas formas de transporte são também aspectos que têm causado o processo de descentralização da área central.

O processo de expansão do núcleo central de Montes Claros foi acompanhado pela emergência de subcentros, estes se originaram em áreas residenciais distantes do

núcleo central, de forma que, acompanhando a expansão territorial urbana e o crescimento demográfico em áreas periféricas, passaram a atrair comércios e serviços diversificados. Tais subcentros estão distribuídos em vários pontos da cidade e atendem, prioritariamente, às necessidades imediatas dos consumidores locais, alguns mais qualificados e diversificados, de acordo com as acessibilidades presentes no bairro e o contingente populacional. A maioria dos subcentros formados na cidade possui em comum a presença de postos de saúde municipais (França e Soares, 2007).

Os subcentro Major Prates analisado no trabalho de França e Soares (2007) é denominado pelas autoras como subcentros espontâneos, aqueles que se constituem em uma réplica do centro principal, com diversidade comercial e de serviços, porém com menor incidência de atividades especializadas (Villaça, 2001).

As autoras destacam que o subcentro Major Prates está entre um dos maiores adensamentos populacionais da cidade⁸, que por sua vez, se constitui em excelente mercado consumidor a ser explorado por diversos agentes produtores do espaço urbano. Esse subcentro possui intenso fluxo de atividades comerciais e prestação de serviços que atrai uma massa muito grande de consumidores. Os consumidores variam de moradores do bairro a pessoas que o consome quando estão de passagem para outros lugares da cidade, ou ainda, viajantes que chegam a Montes Claros. Dessa forma, a existência e manutenção desse subcentro interessam a empreendedores, prefeitura e população.

Pode-se depreender que a emergência do bairro Major Prates a condição de subcentro se relaciona diretamente com a infra-estrutura urbana que tal espaço possui, somados a isso a sua excelente localização geográfica, o dinamismo econômico, o grande contingente populacional e, conseqüentemente, um forte mercado consumidor.

Brito e Leite (2011) analisaram a desigualdade socioeconômica existente na área urbana de Montes Claros através da classificação do PNUD/ONU (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) para definir pobres e miseráveis, sendo que para o PNUD considera-se pobre, as pessoas que vivem com uma renda entre 1 e 2 dólares por dia, e miserável, a pessoa que possui uma renda inferior a 1 dólar por dia. A pesquisa constatou que a desigualdade socioeconômica é notória, uma vez que denuncia, de maneira precisa, a má distribuição de renda na cidade.

Os autores perceberam que as regiões classificadas como miseráveis (Santo Inácio, Santos Reis, Independência, Village do Lago e Distrito Industrial), ou seja,

aquelas que apresentam uma renda *per capita* inferior a um dólar por dia estão localizadas na periferia que tem menos acesso a infraestrutura.

Identificaram, também, que as regiões consideradas pobres (Major Prates, Maracanã, Alto da Boa Vista, Sumaré, Delfino, Carmelo, Lourdes, Renascença e Vila Oliveira), na sua maioria, estão localizadas na periferia e apresentam deficiência na infraestrutura e um índice de escolaridade insatisfatório.

O Village do Lago que está localizado na região nordeste da cidade, apresenta as maiores taxa de analfabetismo das regiões. O nível de escolaridade da população é um indicador social que expõe a desigualdade socioeconômica, pois impulsiona a facilidade de acesso ao mercado de trabalho, a renda média, a taxa de natalidade e a expectativa de vida.

A educação constitui-se fator social importante, tendo em vista sua capacidade de promoção e desenvolvimento social, uma vez que permite a transferência de uma pessoa de grupo social para outro, além da perspectiva de melhorar a condição de vida de toda família, tornando assim, um instrumento para redução da pobreza e melhoria da qualidade de vida das populações carentes.

A partir dos anos 1970, o fator que interferiu de forma mais expressiva no crescimento da cidade de Montes Claros foi a intervenção do Estado através da industrialização viabilizada pelos incentivos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste_SUDENE. (França, 2012).

A implantação do Distrito Industrial, em meados da década de 1980, impulsionou a migração rural-urbana, contribuindo para o crescimento da população urbana e a expansão físico-territorial da cidade. A indústria era responsável, até o final dos anos 1990, por significativa parcela (30%) do PIB local e importante fonte de empregos. O setor atualmente atrai grandes investimentos, notadamente, em decorrência da instalação de multinacionais, por exemplo, a dinamarquesa Novo Nordisk e da Usina de Biodiesel da Petrobrás.

França (2012) enfatiza que na dinâmica urbana atual verifica-se o contrário, a indústria deixa de ser o único fator indutor da urbanização, se tornando induzida pelo urbano. Isso significa que a dinamicidade adquirida pelas cidades, cria um mercado consumidor que atrai o capital financeiro, fomentando o processo de industrialização.

Cabe ressaltar que nem todas as indústrias da cidade atendem as exigências do mercado internacional e acabam sendo excluídas das redes, bem como outros ramos não

industriais. Esses dados revelam que, no que diz respeito à inserção de Montes Claros nas redes globais ou no mercado internacional, por meio das atividades econômicas, o setor industrial é o principal elo da cidade na economia mundial (Pereira; Souto, 2009).

O setor terciário da economia reforça a polarização de Montes Claros, através dos fluxos diversos a ela direcionados. Nessa perspectiva, Montes Claros configura-se como o núcleo da aglomeração.

5.3.2 Transporte Público na cidade

A cidade de Montes Claros, atualmente, tem sua frota de TP operada por duas empresas distintas que estão congregadas em uma associação sem fins lucrativos a ATCMC (Associação das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Montes Claros).

As empresas que operam o serviço de TP foram escolhidas após edital de licitação 0866/06, são elas, a Princesa do Norte e a Transmoc.

A Princesa do Norte, com 57 ônibus com idade média de 2,9 anos, opera 24 linhas, sendo 21 radiais e 3 diametrais. A Transmoc tem uma frota de 64 ônibus em 21 linhas.

Após a licitação entrou em vigência, também, o sistema de integração tarifária, no entanto, a integração é determinada através de uma “matriz de integração”¹, portanto não são todas as linhas que se integram entre si, e não é possível realizar, por exemplo, uma viagem pendular com a mesma passagem.

As principais áreas geradoras (produção e atração) de viagens do município, de acordo com a OD, são: Centro, Maracanã, Santos Reis, Cidade Nova, Vila Tiradentes, Delfino Magalhães, Santa Rita, Independência, Jardim Eldorado, São Judas Tadeu, Santo Expedito, Vila Mauricéia.

Juntas, essas regiões respondem por aproximadamente 63% das viagens geradas pelo sistema de transporte. Com efeito, são os bairros de maior densidade populacional, juntamente com a área central, que é a principal região de produção e atração do Município.

Como previsto, constatou-se que o centro de Montes Claros é o principal atrator de viagens, responsável por 25.605 deslocamentos diários (originados). Esse valor representa, na média, 30,1% das origens e destinos do sistema (28,6% das origens

¹ Matriz de integração é o conjunto de informações gravadas nos validadores eletrônicos que determinam as linhas de integração. Se existem duas linhas (X e Y), existirão quatro opções de integração: ida de X com ida de Y, ida de X com volta de Y, volta de X com ida de Y e volta de X com volta de Y.

e 23,7% dos destinos do sistema). Concluindo, 60% das viagens possuem origem ou destino na região central da cidade (ATCMC, 2012).

Em Montes Claros, os problemas de trânsito são observados com frequência na área central devido a sua grande concentração econômica fazendo com que a população se dirija para o local com o intuito de atender necessidades diversas de consumo (Sardinha e França, 2010).

Alguns trabalhos sobre a área central de Montes Claros (França, 2007; Sardinha e França, 2010) demonstram que este espaço é caracterizado por um intenso uso comercial, devido à grande concentração de atividades econômicas entre elas: comércio, bancos, lanchonetes e uso residencial com a presença de moradias.

Assim, devido a essa concentração a área central apresenta inúmeros problemas de ordem ambiental e infra-estrutural, e entre esses se destacam os problemas de trânsito, ocasionado, sobretudo pela precária infra-estrutura apresentada pelo local que não oferece boas condições para a circulação urbana, tendo em vista que a mesma é formada por ruas e calçadas estreitas que ainda apresentam-se em péssimo estado de conservação (Sardinha e França, 2010).

Sobre isso, o Plano Diretor da cidade de Montes Claros, Lei Municipal nº. 2921 de 27 de agosto de 2001, no Art. 11º, estabelece algumas medidas a serem tomadas na área central com o intuito de melhorar a circulação urbana, a saber: IX - priorizar a circulação de pedestres, garantido-lhes segurança e conforto; X - estabelecer condições urbanísticas para a racionalização da circulação do transporte coletivo e a redução do tráfego de passagem do transporte individual; VI - promover o restabelecimento dos passeios públicos e das áreas de circulação de pedestres.

Mas de acordo com Sardinha e França (2010), apesar de a cidade apresentar em seu Plano Diretor medidas para favorecer a circulação urbana na área central, verifica-se que nesse local o trânsito encontra-se caótico em virtude da grande movimentação de pedestres e veículos associado à insuficiente e ou precária infra-estrutura ali presente.

No estudo realizado pelas autoras supracitadas sobre o trânsito na área central da cidade, essas concluíram que a área central não foi planejada para comportar o grande fluxo de veículos e pedestres que circulam no local. Diante disso, percebe-se que esses problemas no trânsito têm afetado a circulação econômica na área central de Montes Claros devido ao desconforto da população que reside e frequenta o local de se locomoverem pelas ruas e calçadas.

Ou seja, o centro de Montes Claros carrega características físicas que não justificam a passagem exacerbada de ônibus, as ruas são estreitas e muitas delas o tráfego já é restringido, ou seja, algumas ruas já são legalmente impedidas de passagem de veículos automotores.

França (2007) realizou entrevistas a usuários e especialistas em seu estudo sobre as centralidades de Montes Claros. Uma economista entrevistada afirmou que para melhorar a vida no centro há que se criar novos centros. O processo de descentralização do acesso aos serviços já iniciou para os bairros Major Prates, Maracanã, Delfino e Santos Reis. Ressalta que a criação desses serviços auxilia na independência dos bairros, sendo isso extremamente positivo, pois melhora a vida das pessoas que não precisam se deslocar para o centro.

A autora destacou em seu estudo sobre centralidades da cidade de Montes Claros que *“os subcentros emergem em regiões de grande densidade demográfica, onde estão segmentos de baixo e/ou alto poder aquisitivo, podendo ser dotados ou não de boa acessibilidade e infra-estrutura.”*

A cidade de Montes Claros tem a característica de sítio urbano, ou seja, é uma cidade densa, mas não devido às perspectivas de planejamento e sim à sua topografia, pela presença das várias serras em seu entorno. Leite (2011) menciona que a elevada densidade demográfica na área urbana de Montes Claros é realmente consequência do dinamismo econômico das atividades urbanas, como serviços, comércio e indústria, Entretanto esse adensamento também está associado à característica geomorfológica do sítio urbano, uma vez que este se encontra cercado de morros, favorecendo a concentração da ocupação na parte mais plana.

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO RESET EM UMA CIDADE MÉDIA BRASILEIRA

Nesse capítulo as premissas contidas no Método RESET serão utilizadas em um caso real: a cidade de Montes Claros localizada no Norte de Minas Gerais. A proposta aqui será realizar um ensaio ilustrativo, uma vez que a aplicação real do Método demandaria um aglomerado maior de informações – grande parte não disponível – e de pessoal para que fosse cumprido em sua integridade.

6.1 Análise da rede atual da cidade

Para que fosse possível a análise da rede de TP da cidade de Montes Claros, foi necessária a transformação dos dados fornecidos pela ATCMC (2012), em uma base de dados georreferenciada. Para tanto foi utilizado o *software* Transcad 4.5. Todas as linhas listadas com seus respectivos itinerários foram alocadas para a base viária da cidade. O mapa obtido é apresentado na Figura 17.

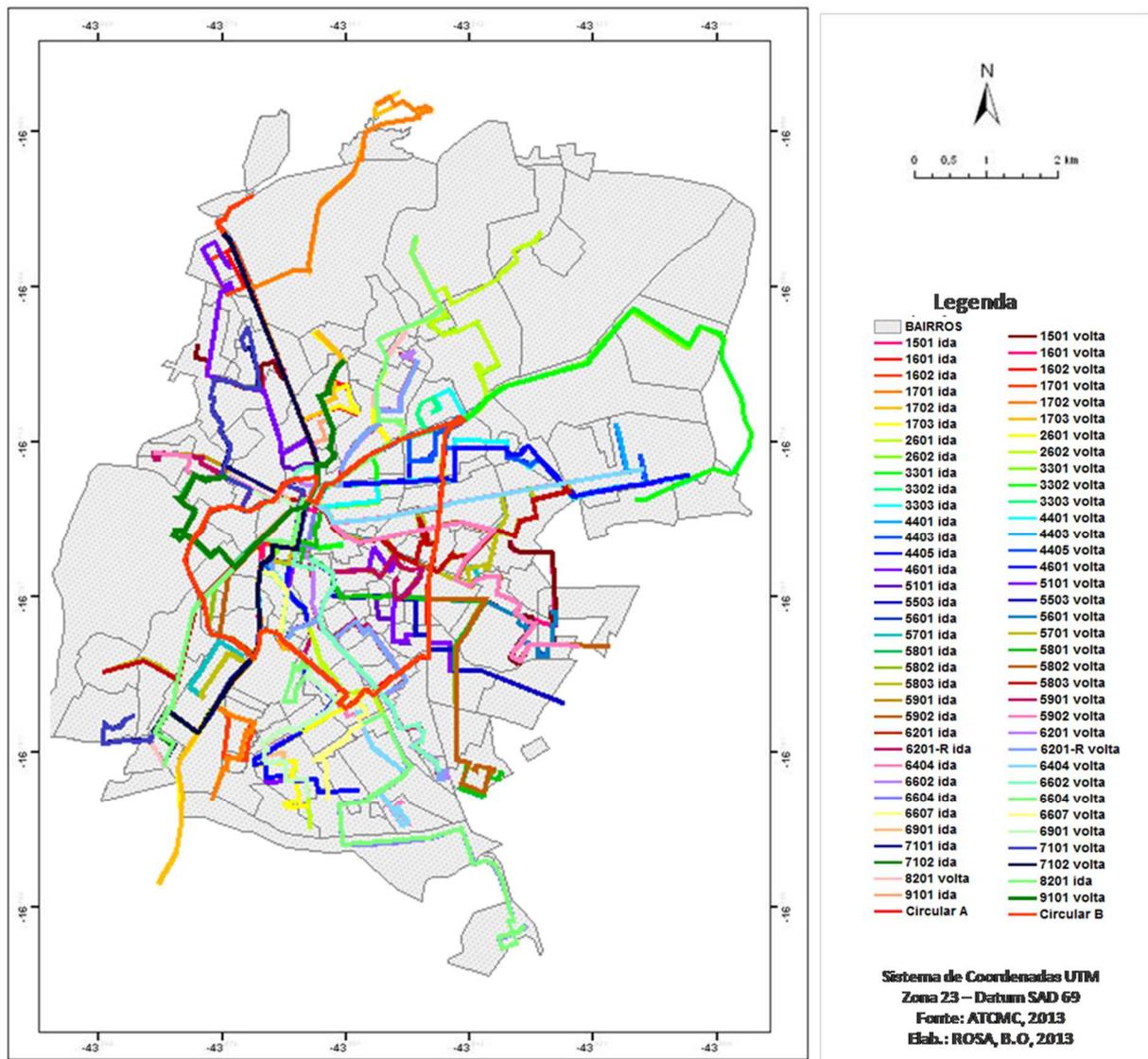


Figura 17: Rede de Transporte Público de Montes Claros

Para uma primeira análise, a Figura 17 ainda é um pouco confusa, apesar de já ser possível identificar um padrão comum pertinente a cidades médias, um grande número de linhas com destino ao núcleo central.

Para melhor compreender a rede, as linhas de TP foram adensadas por bairro, ou seja, para cada bairro da cidade foi considerado o número de linhas que transitam por ele, conforme mostra a Figura 18.

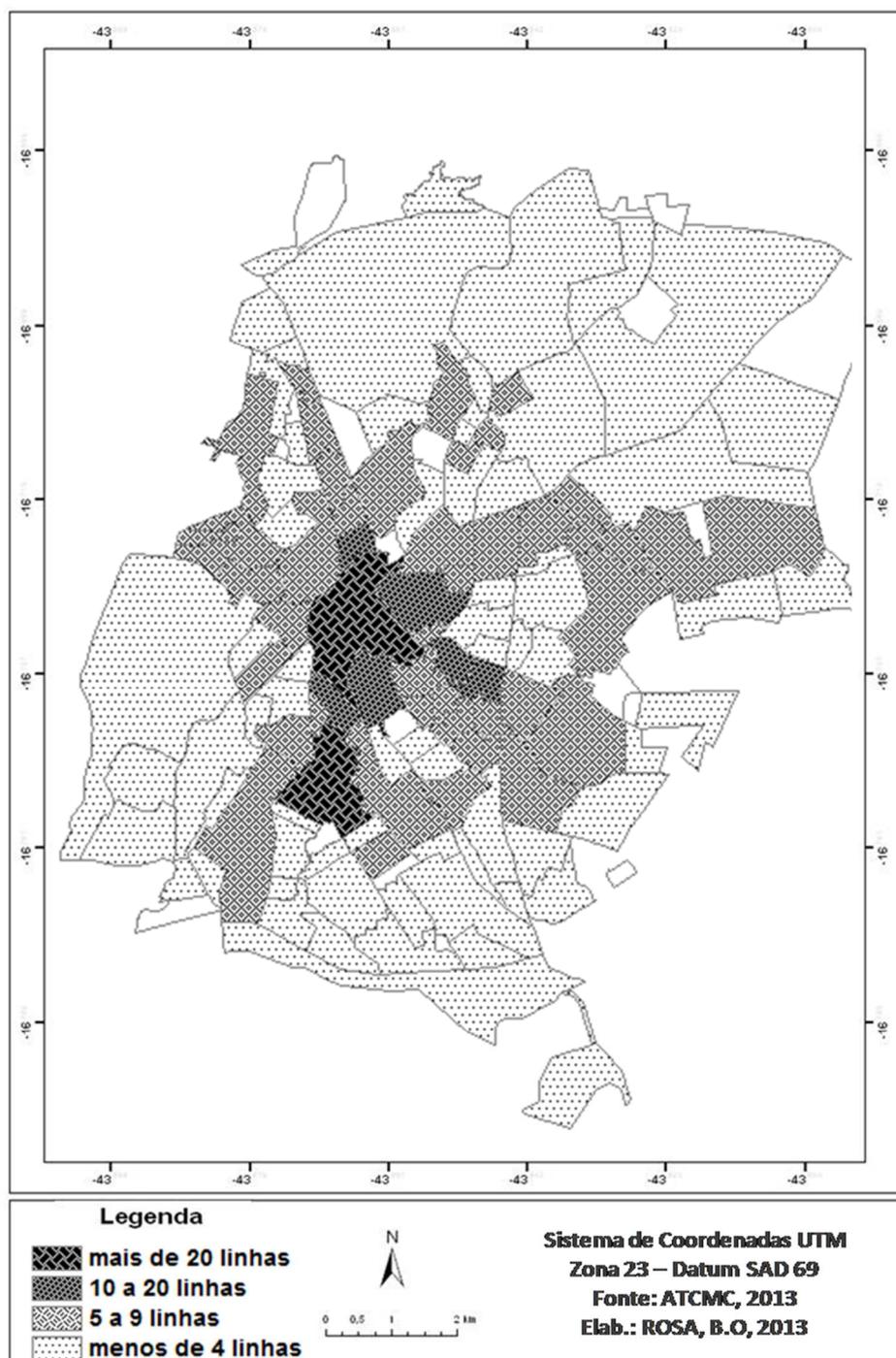


Figura 18: Densidade de linhas por bairro

Em rápida análise, foi possível constatar que todas as 37 linhas têm um ponto de transferência no centro da cidade, até mesmo as linhas circulares têm trajetória passando pela área central. Na Figura 18 pode-se ver que pelo centro da cidade transitam mais de 20 linhas, e nos bairros limítrofes ao centro circundam entre 10 e 20 linhas de ônibus.

Outra informação identificada é que o bairro Canelas tem a segunda maior densidade de linhas (o centro, naturalmente é a primeira)). Isto se dá, estima-se, em decorrência da presença da única estação rodoviária da cidade e um importante *shoppings center*.

A Figura 19 apresenta os bairros considerados pela pesquisa OD como os principais geradores de viagens.

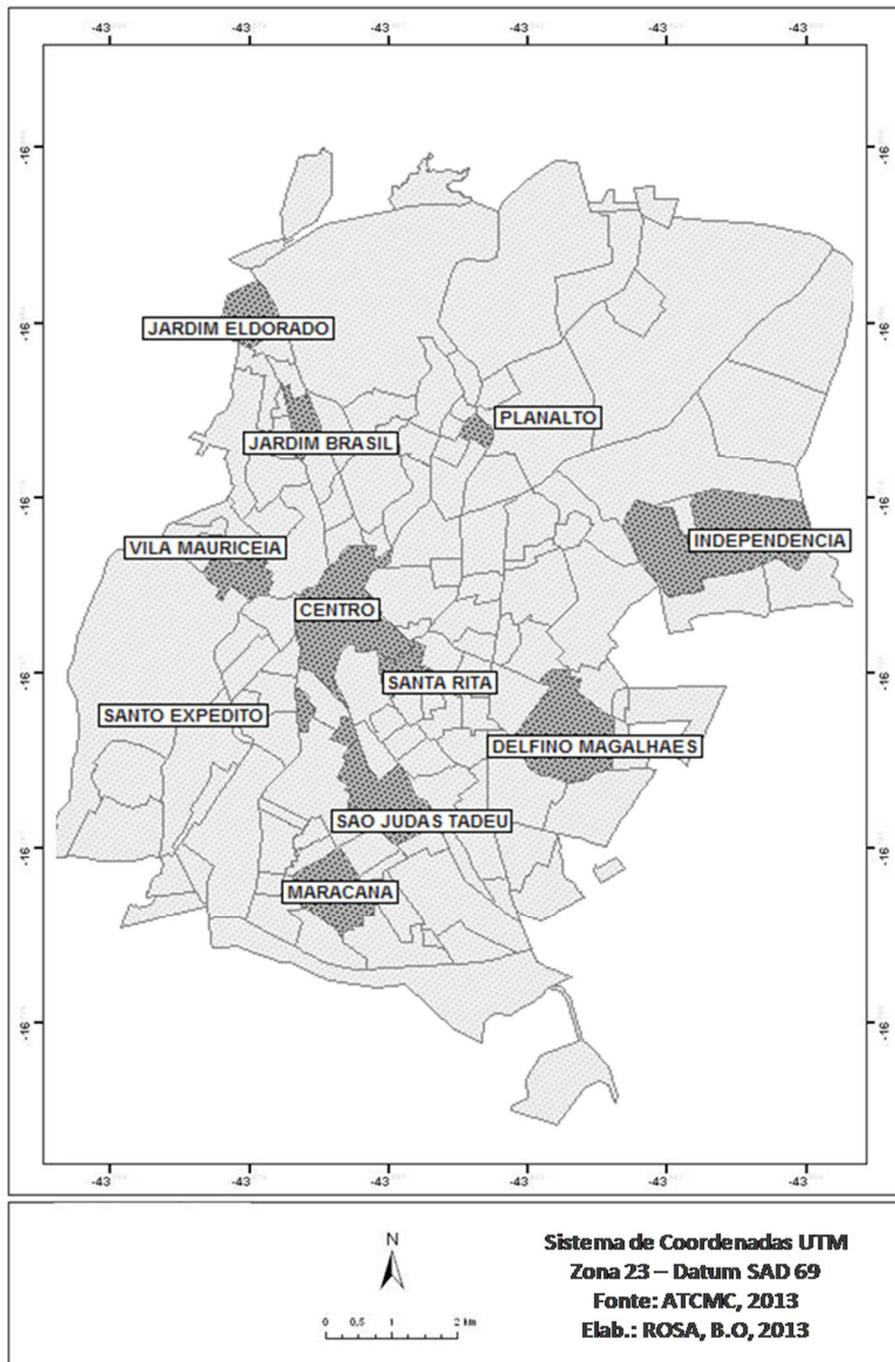


Figura 19: Polos de Geração de viagem (Matriz OD)

Comparando o dado apresentado acima, da pesquisa de Origem e Destino, com o adensamento das linhas, é possível perceber uma superposição desse adensamento de linhas aos bairros considerados à época como os de maior geração de viagens. Essa relação apenas não é percebida no bairro Canelas, como dito anteriormente, e no bairro Major Prates, cujo adensamento de linhas foi superior ao do bairro Maracanã, considerado na Matriz OD como gerador de viagens. O bairro Major Prates é destacado atualmente como um dos principais subcentros comerciais da cidade.

Pensar em desenvolvimento das áreas urbanas exige compreender as diferentes funções e interações entre os componentes que produzem o espaço urbano. Vias e bairros urbanos se especializam em diferentes setores econômicos, como comércio, atividades financeiras, prestação de serviços, indústria, etc., todos voltados à particularização das atividades; nesse sentido, muitas áreas se voltam à concentração de uma única atividade, como, a de prestação de serviços de saúde, de lazer, de determinados tipos de comércio e etc.

Entendendo esta complexidade da distribuição espacial da cidade e das características de uso do solo a ela concernentes, considerou-se realizar uma análise da distribuição de linhas entre os principais polos de atração e produção da cidade. Para isso, foram identificados os polos comerciais, as áreas que abrigam as universidades e a principal área industrial, com o intuito de organizar uma matriz que identificasse a oferta de linhas entre os polos. A Tabela 2 sintetiza as informações encontradas. Os números nas células significam a quantidade de linhas que interligam os dois polos.

Tabela 2: Matriz comparativa dos Polos

	Universidades	Unimontes	Centro	Major	Esplanada	Renascença	Santos Reis	Maracanã	Delfino	Cidade Industrial	Total
Universidades	-										0
Unimontes	0	-									0
Centro	3	6	-								9
Major	1	1	8	-							10
Esplanada	1	2	8	0	-						11
Renascença	3	0	5	1	0	-					9
Santos Reis	0	1	7	4	0	0	-				12
Maracanã	1	1	4	0	0	1	0	-			7
Delfino	0	4	10	1	2	0	2	0	-		19
Cidade Industrial	0	0	2	2	0	0	1	0	0	-	5
Total	9	15	44	8	2	1	3	0	0	0	82

A Tabela 2 pode ser interpretada de várias maneiras, na análise realizada, foi possível compreender novamente a concentração intensa de linhas com destino e origem na área central, uma vez que, todos os polos de desenvolvimento classificados apresentam pelo menos duas linhas com trajeto pelo centro da cidade.

Consegue-se perceber também, a falta de integração entre os centros de desenvolvimento. Com efeito, conta-se não mais que três pares de bairros ligados entre si por mais de duas linhas, ainda assim, passando pelo centro. São eles:

- entre o bairro Major Prates e o Santos Reis;
- entre a Unimontes (Universidade Estadual de Montes Claros) e o bairro Delfino e;
- entre o bairro Renascença e o Universitário. Esse último porque o bairro Renascença está incluído no trajeto que é percorrido do Centro para a entrada no bairro Universitário. Se for observado existe uma mesma quantidade de linhas que liga o Renascença ao Universitário, e o Centro ao Universitário

Na maioria das relações apresentadas não existe nenhuma linha direta de conexão entre os centros de desenvolvimento. Um exemplo é a falta de linhas diretas conectando os dois centros universitários da cidade (Unimontes e bairro Universitário), obrigando o usuário que deseja fazer o percurso entre universidades, de necessariamente passar pelo centro da cidade e realizar transbordo.

6.2 Resultados da aplicação do Método RESET

Como descrito no capítulo 5, o Método RESET é caracterizado por etapas a serem realizadas para o planejamento da Rede de Transporte Público. A seguir serão apresentados os resultados de como foi realizada cada etapa do método na cidade de Montes Claros. A primeira etapa é a Seleção dos Polos de Desenvolvimento, a segunda é a definição dos Pontos de Articulação. Após ter-se-á o Estabelecimento do Sistema Viário Estrutural de Transporte Público e por último a Concepção das linhas da Rede.

6.2.1 Seleção dos polos de desenvolvimento

No estudo da cidade de Montes Claros, considerou-se utilizar o zoneamento realizado por Leite (2006); o autor considera a divisão da cidade em Regiões de Planejamento e tem como critérios as semelhanças socioeconômicas, a localização

geográfica e o crescimento popular. Uma das vantagens é que esta respeita os limites das zonas censitárias.

Nesse zoneamento a cidade foi dividida em 26 Regiões de Planejamento. Devido ao desenvolvimento e a área onde os bairros se localizam, sua área de influência é maior, o que torna a região de alguns bairros extensa. Além desse fator, os grandes espaços vazios compõem a área de algumas regiões o que as torna maior em relação às outras. O IBGE divide a cidade de Montes Claros em 271 setores censitários, cada setor tem em média 350 domicílios. Segundo Leite (2006), dentro dos critérios para essa nova regionalização de Montes Claros está a divisão informal de “Grandes Bairros” utilizada pelos moradores, tornando assim, impossível dividir as regiões de planejamento em números iguais de setores censitários ou de loteamentos, pois a área de influência de cada bairro é diferente e quanto maior o desenvolvimento comercial e econômico de um bairro maior é sua área influência.

A Figura 20 apresenta a área das Regiões de Planejamento

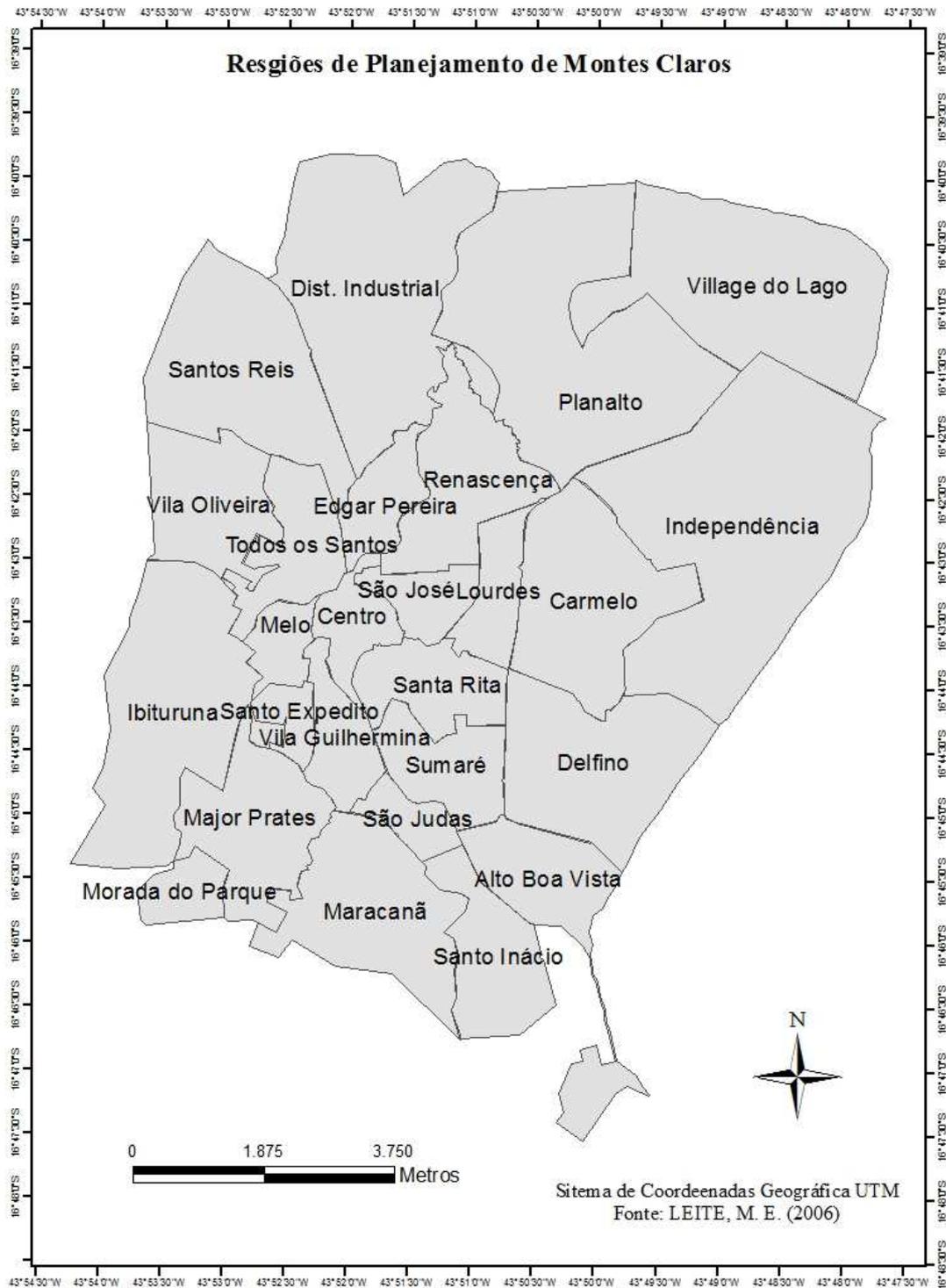


Figura 20: Regiões de Planejamento da cidade de Montes Claros

Após a escolha do zoneamento em Regiões de Planejamento, foi necessária uma pesquisa das informações disponíveis sobre polos de desenvolvimento/ subcentros/ centralidades junto aos órgãos de planejamento de transporte da cidade.

Em entrevista à Secretaria de Transportes de Montes Claros, deparou-se com a falta de informações concretas sobre os polos no Plano Diretor da cidade e/ou junto à Prefeitura.

Assim, e com o intuito de prosseguir a pesquisa, fez-se uso das ferramentas sugeridas no Método RESET para a identificação dos polos.

O método menciona duas abordagens paralelas: a) a partir de dados de viagem e; b) a partir do entendimento urbano, este apoiado em Diagnóstico e estudos de Tendências.

a) A partir dos dados de Viagem:

Depois de definidas as linhas de desejo, o Método RESET recomenda a exclusão da Zona de tráfego de maior atração e produção (normalmente os centros das cidades), para que este não interfira na visualização dos demais polos de atração e produção.

Foram selecionadas dentre as zonas de tráfego, aquelas que continham maior volume de atração de viagens e foram representadas na Figura 21.

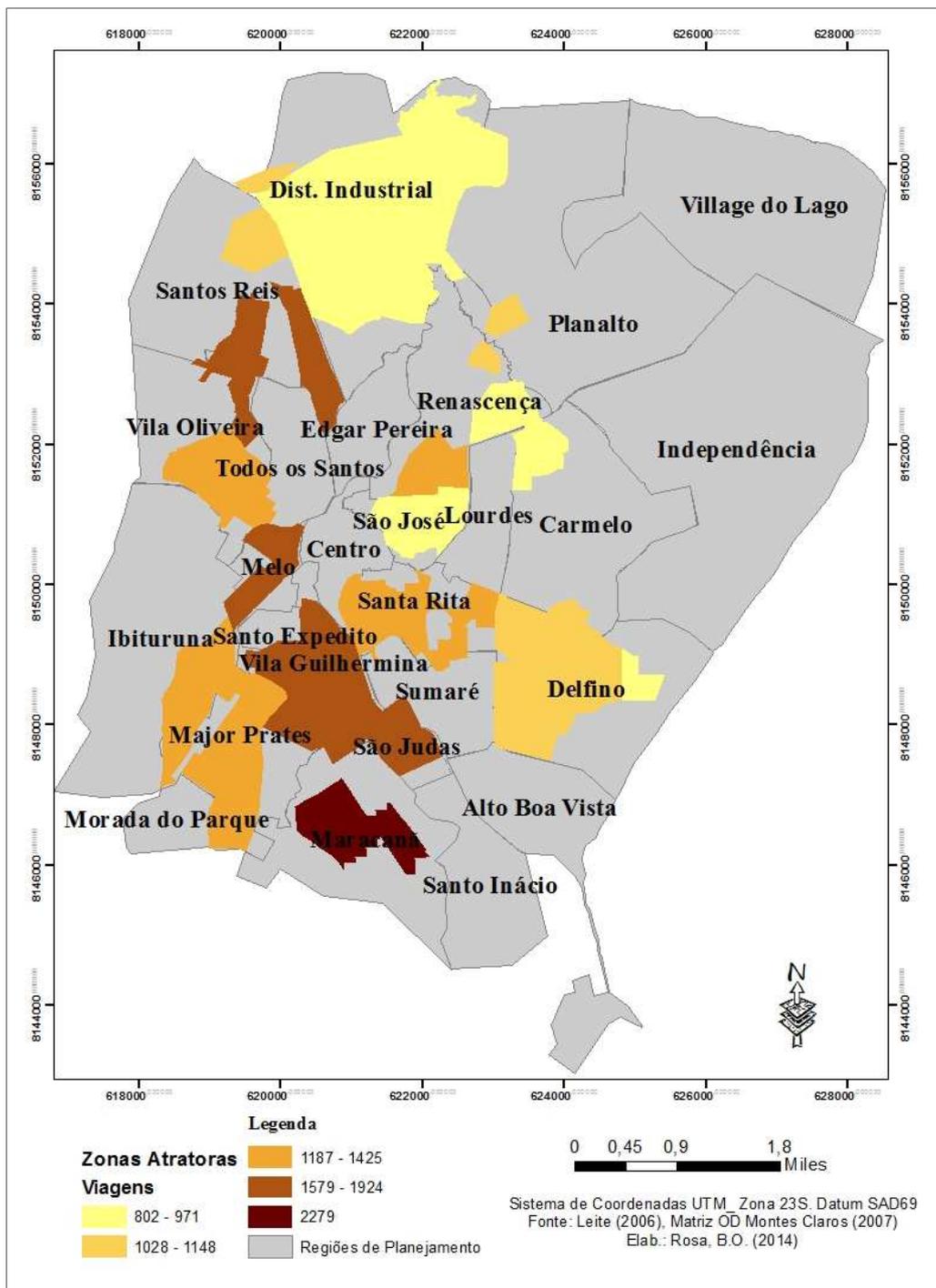


Figura 21: Zonas de atração de viagens da cidade de Montes Claros

As zonas estão destacadas com diferentes cores de acordo com o número de viagens atraídas. A zona identificada com a maior atração de viagens (fora o centro da cidade) é o Maracanã, seguido das zonas: Major Prates, São Judas, Vila Guilhermina, Santo Expedito, Melo e Santos Reis. Percebe-se que a zona Oeste do município tem uma representatividade considerável no volume atração de viagens identificadas.

A Figura 22 demonstra as zonas com maior produção de viagens.

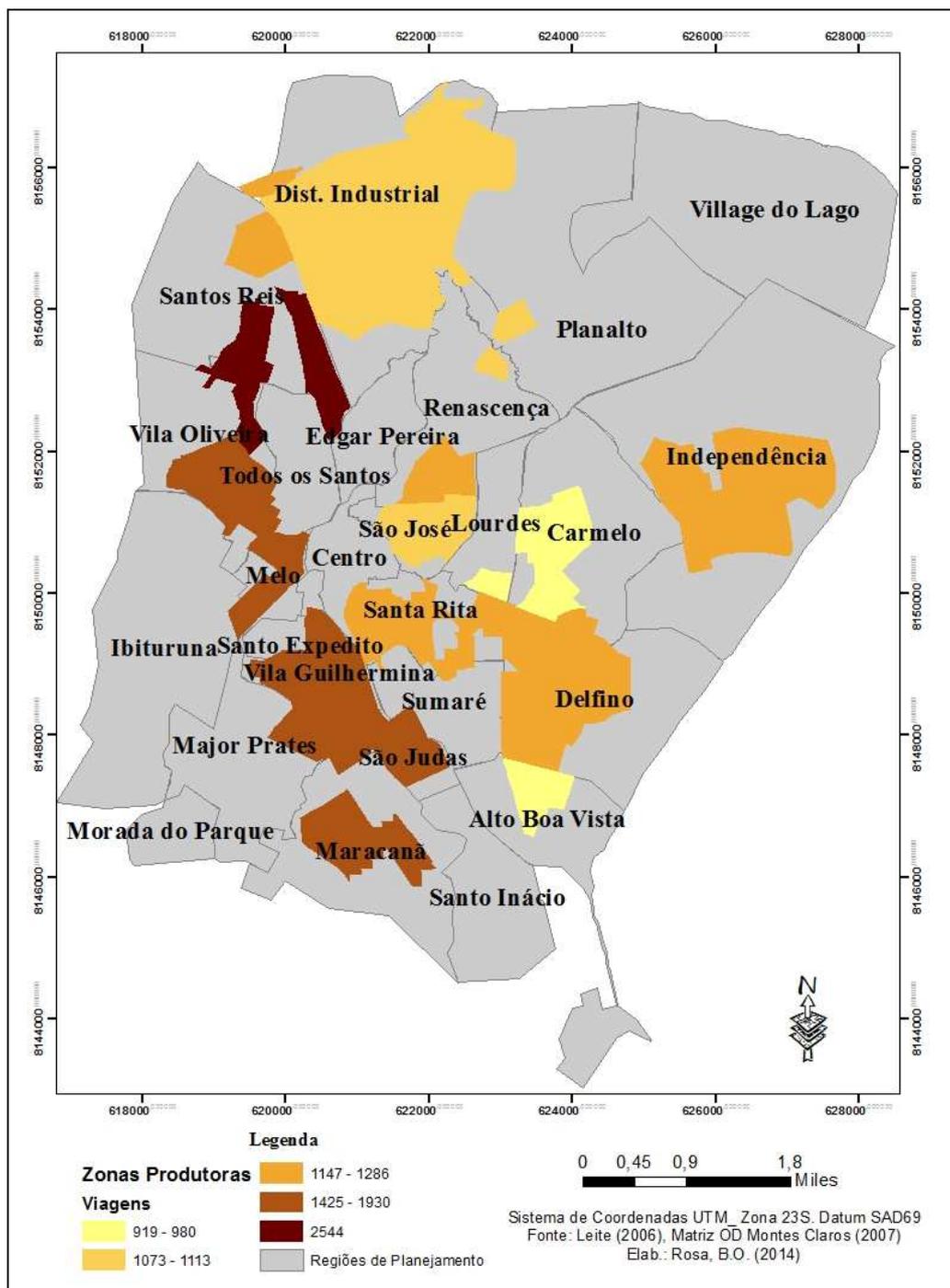


Figura 22: Zonas de produção de viagens da cidade de Montes Claros

Da mesma forma, as zonas foram destacadas de acordo com o número de viagens produzidas. Identificou-se a zona de tráfego Santos Reis como a maior produtora de viagens dentro do montante pesquisado, e novamente, aparecem as regiões Melo, Santo Expedito e Vila Guilhermina como zonas com destaque em volume de viagens, e, além dessas, também a zona Todos os Santos.

A partir destes dados pode-se chegar ao mapa final, Figura 23, das zonas com maiores volumes de viagens produzidas e atraídas.

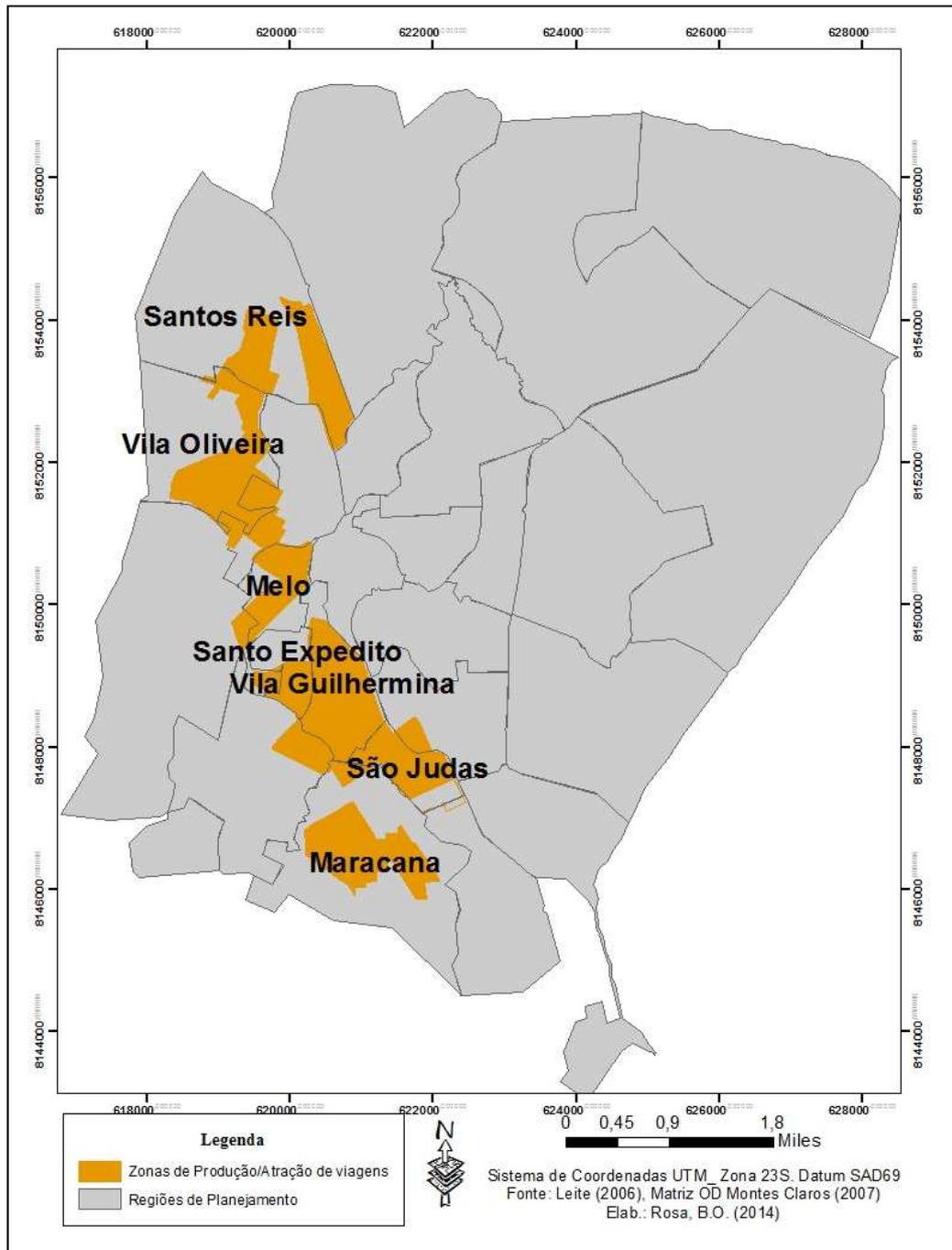


Figura 23: Seleção das Zonas de maior volume de atração e produção de viagens

Observa a partir do resultado, a zona oeste da cidade com o maior volume de viagens atraídas e produzidas, ficando a zona leste da cidade com pouco destaque. Como foi utilizada a Matriz OD Embarcada, compreende-se que existe uma maior

oferta de Transporte Público na zona oeste, acarretando em um maior número de viagens realizadas.

Por esses e outros motivos, este método, não é suficiente para detectar os polos futuros e desejados, pois os fluxos de e para tais polos ainda podem ser muito incipientes. Serve, entretanto, para detectar os que começam a se consolidar.

b) Entendimento urbano (Diagnóstico e estudos de Tendências)

Um dos professores entrevistados nesse estudo, em sua análise concluiu que na cidade de Montes Claros não existem polos planejados pelo poder público, pois na dinâmica urbana o poder público faz o “*papel de agente desenvolvedor muito mais pela omissão do que pela participação*”. Ele se omite deixando o capital imobiliário estabelecer o crescimento, como exemplo, o perímetro urbano vem sendo ampliado devido a todos os investimentos imobiliários terem sido alocados para este. No lado leste os investimentos voltados à população de baixa renda, e no lado sudoeste, investimentos imobiliários para as classes de renda alta, como os condomínios de alto padrão.

De acordo com o pesquisador, o Estado tem uma “omissão participativa”, ele não se faz presente ao impedir a construção de novos empreendimentos. O planejado na perspectiva pública não existe na cidade de Montes Claros, não é direcionador do crescimento.

Já em relação aos Polos Emergentes, o pesquisador concluiu que as regiões nordeste e leste, de acordo com dados da prefeitura, são as que mais crescem em termos de adensamento com moradias populares e programas habitacionais. E quando comparada à região sul a quantidade de linhas nessas regiões é precária.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. mostra a renda da população associada à densidade para a cidade de Montes Claros, a classificação de níveis de renda e densidade são os definidos pelo IBGE (2000).

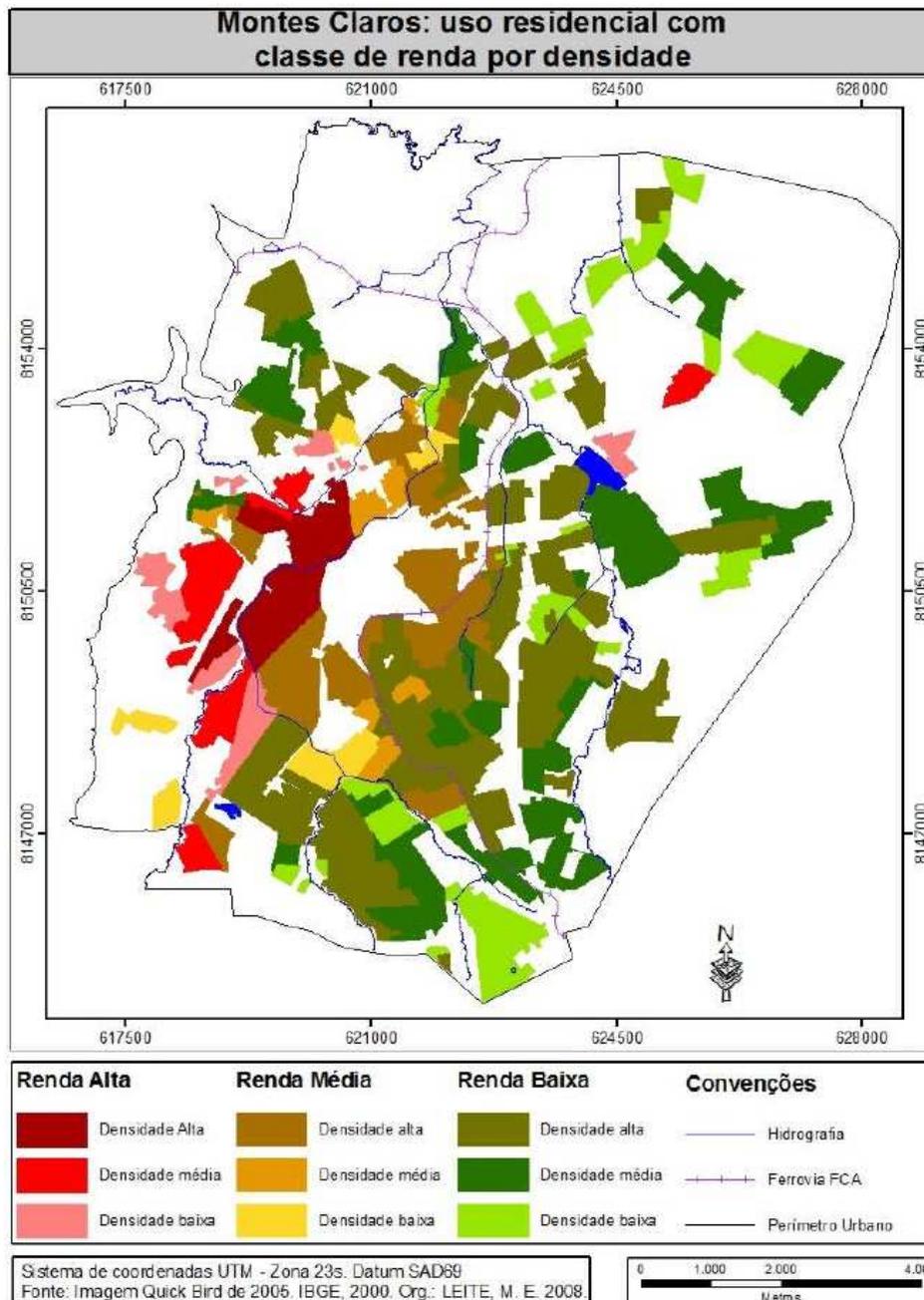


Figura 24: Densidade X Renda da cidade de Montes Claros

No caso de Montes Claros, as áreas de alta renda estão concentradas no setor centro-oeste da cidade, conforme demonstra a Figura 24. Leite (2011) associa essa localização pelo processo de expansão da cidade. O autor relata que a população de maior poder aquisitivo residia na parte oeste da área central, isso no período em que a maior parte ocupada estava no núcleo da cidade e a ação direta do poder público, como agente imobiliário, financiou a infraestrutura dessa região promovendo a ocupação para o oeste da cidade.

Constata-se a presença de duas áreas isoladas de alta renda na região nordeste da cidade, essas correspondem bairros Jaraguá e Guarujá. Para Leite (2011), a formação desses loteamentos foi uma tentativa de criar novas oportunidades de moradia para a população de renda elevada. E embora tenha ocorrido uma atração da população de alta renda, a taxa de ocupação dos lotes ainda é pequena.

O padrão de distribuição da população de menor poder aquisitivo pela periferia se enquadra no modelo predominante nas cidades médias. Comparando estudos em cidades médias que mostram a distribuição da população por faixa de renda, encontra-se uma semelhança na disposição espacial da população de renda baixa localizada na periferia sem infraestrutura. (Leite, 2011).

Leite (2011) constatou que as zonas de alta densidade representam 54,2 % do espaço residencial. O setor residencial de média densidade de edificações está, em sua maior parte, localizado na área de transição do centro para a periferia e ocupa o equivalente a 27,7% de uso residencial. Enquanto que o setor identificado com baixa densidade está concentrado na periferia e representa aproximadamente 18% do espaço residencial.

O primeiro passo executado para selecionar as regiões que serão os polos de desenvolvimento foi sobrepor os dados de densidade alta, renda baixa e zonas atradoras e produtoras de viagens em um único mapa. A Figura 25 apresenta a sobreposição dos dados de forma genérica.

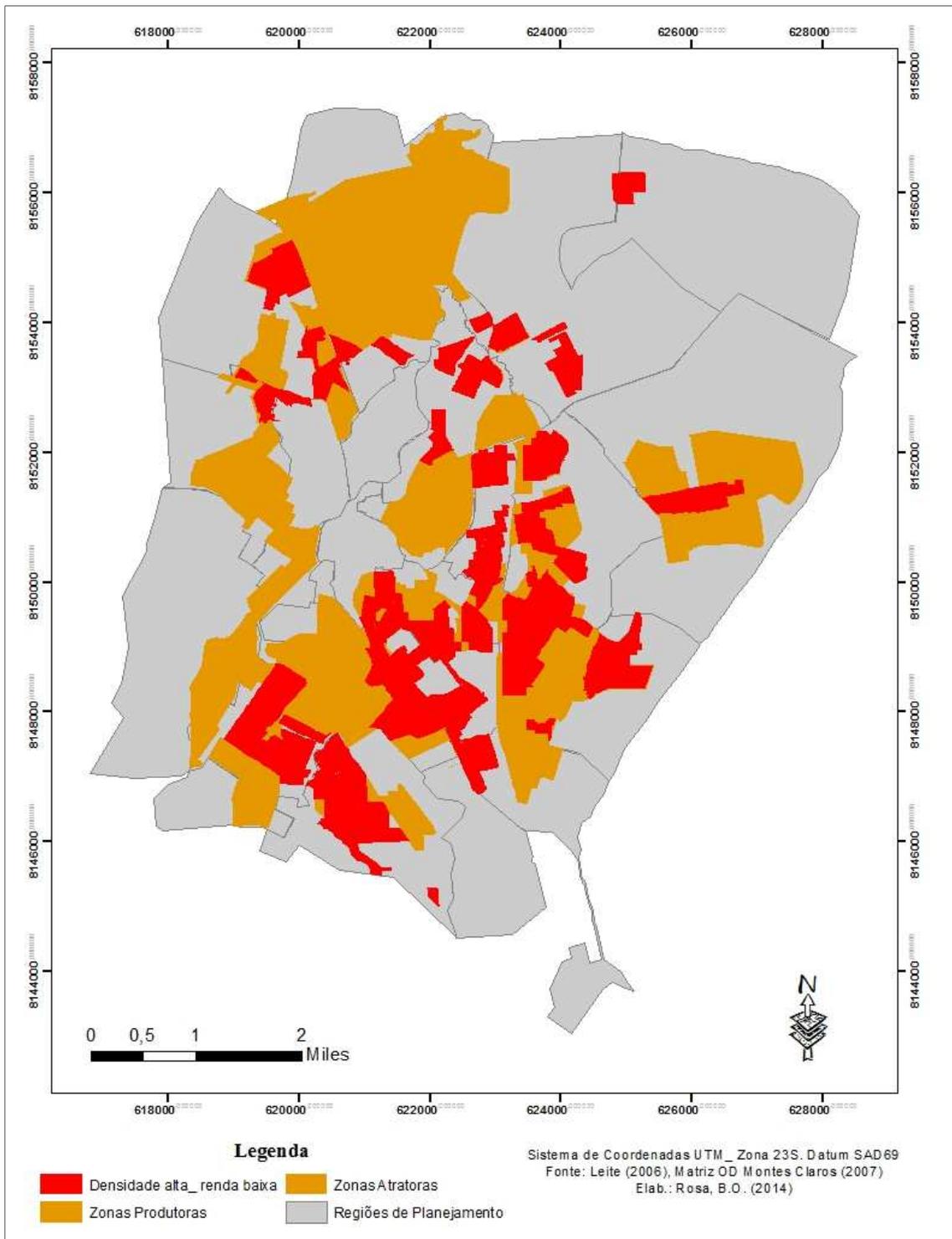


Figura 25: Sobreposição da Densidade alta x Renda baixa e as Zonas de Produção e atração de viagens

Na Figura 25 foram sobrepostas as regiões que apresentam densidade alta e renda baixa sobre as zonas atratoras e produtoras de viagem. As zonas da região oeste da cidade apesar de serem produtoras e atratoras de viagem, não apresentam uma densidade alta associada a uma baixa renda. Como já havia sido

descrito acima, são regiões onde a população apresenta maior poder aquisitivo devido à formação histórica da cidade. Já a região do Village do Lago (nordeste), apesar de apresentar uma densidade alta, não caracteriza uma zona atratora e produtora de viagem. Esse fator pode estar conexo a pouca oferta de transporte na região.

Para compreender então quais dessas regiões serão considerados polos de desenvolvimento consolidados, foi feito um recorte dos dados. As regiões que estão associadas a uma densidade alta, renda baixa e como produtoras e atratoras de viagem, são apresentadas na Figura 26.

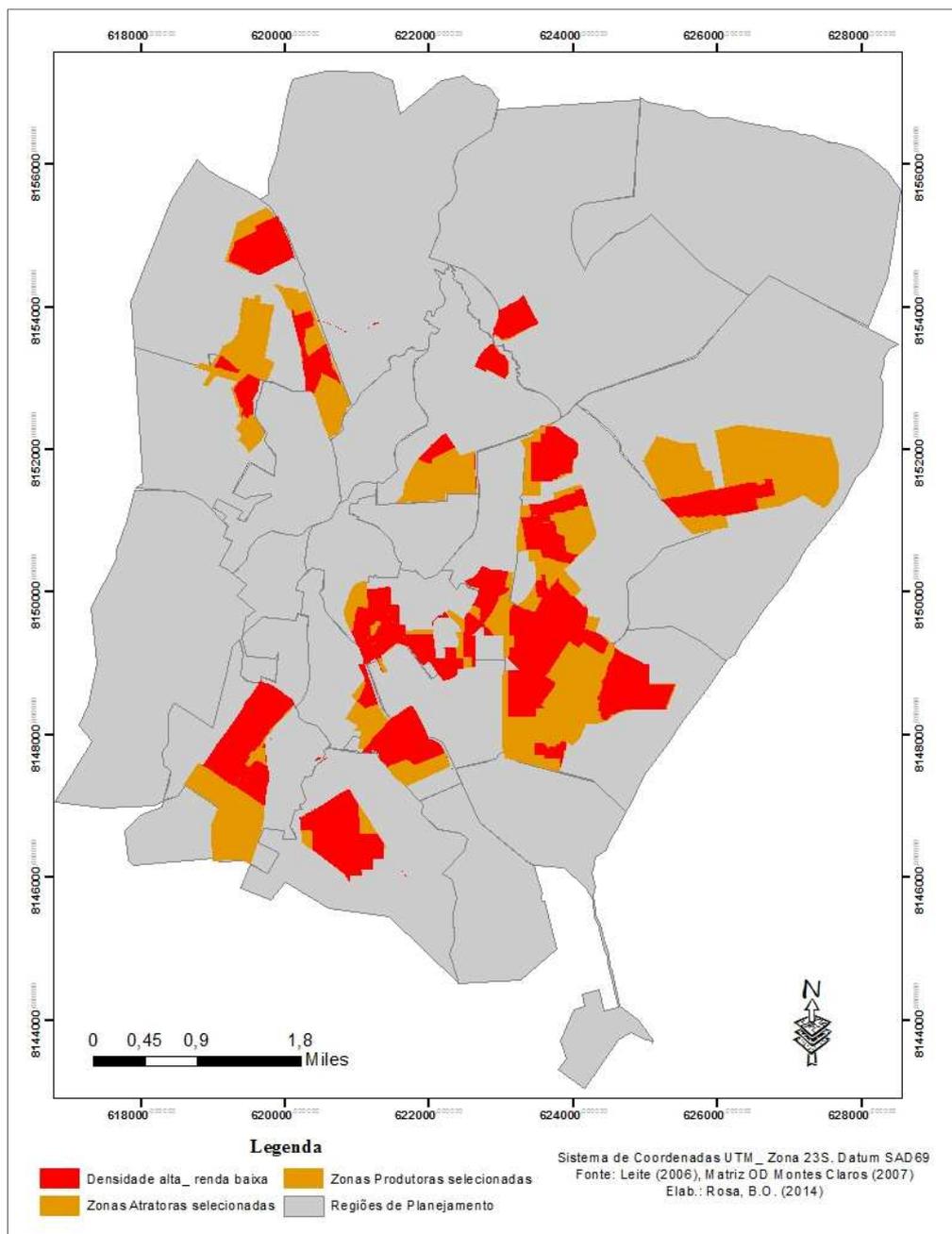


Figura 26: Recorte das regiões associadas à Densidade alta x Renda baixa e Produtoras e atratoras de viagens

A partir do recorte pode-se destacar que as Regiões: Independência, Delfino, São Judas, Maracanã, Major Prates, Santos Reis, Renascença, Carmelo, Lourdes, Santa Rita são, portanto, prováveis polos consolidados. Para confirmar, se serão polos, foi sobreposto no mapa os subcentros da cidade de Montes Claros.

Nas cidades médias, o núcleo central, geralmente, é o único que favorece a concentração de atividades em seu interior, ainda assim surgem, nessas cidades, subcentros que, articulados ao núcleo central principal, atendem à clientela da periferia.

A Figura 27 apresenta a sobreposição dos subcentros comerciais da cidade de Montes Claros com as áreas destacadas na Figura 25

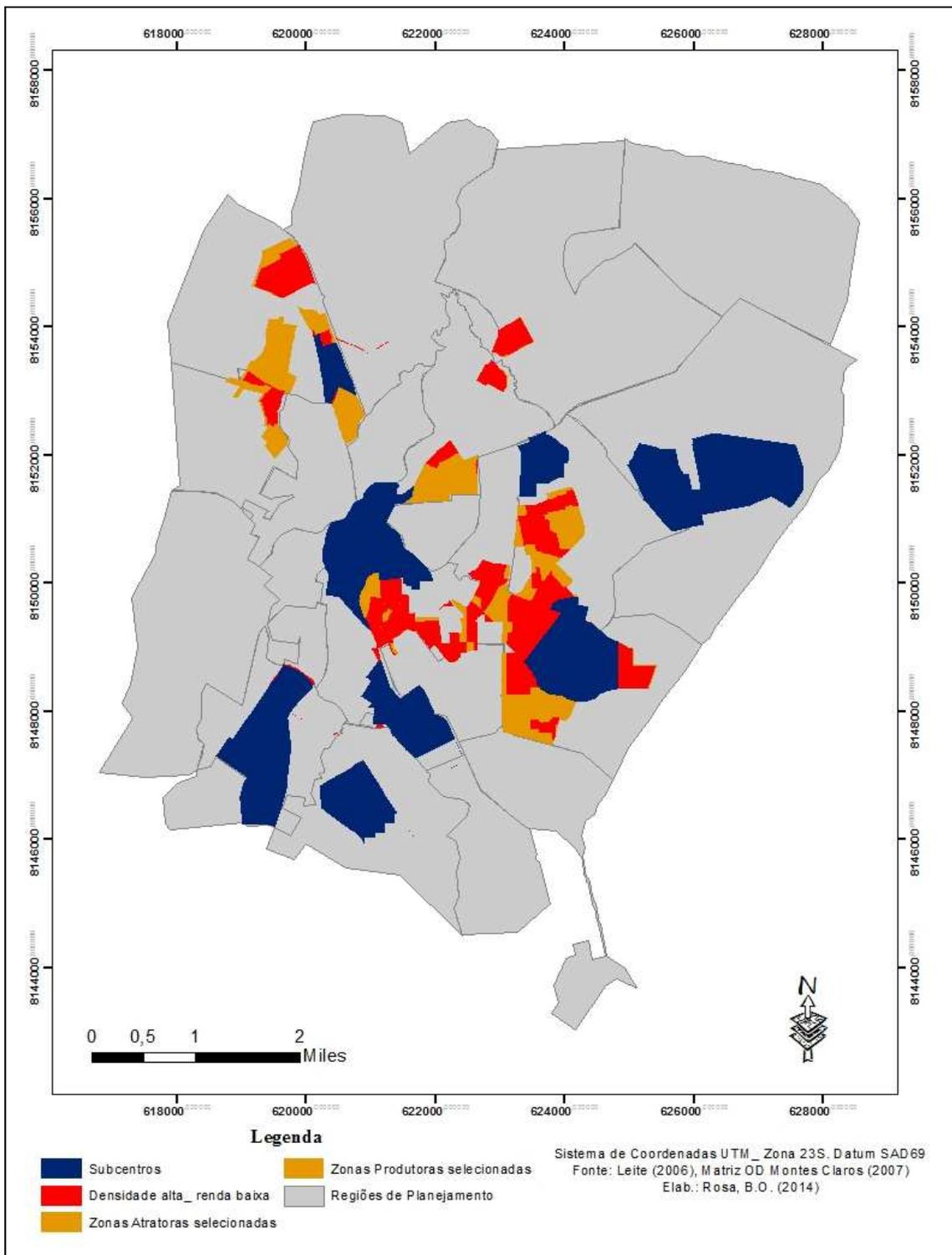


Figura 27: Inserção dos subcentros econômicos da cidade de Montes Claros

Como se pode visualizar na Figura 27, os polos consolidados foram identificados como os atuais subcentros econômicos da cidade com exceção do Renascença, que diferentemente dos outros subcentros, não apresenta alta densidade alta relacionada com baixa renda.

Os subcentros que cobrem requisitos aqui definidos para definir os polos consolidados são apresentados na Figura 28.

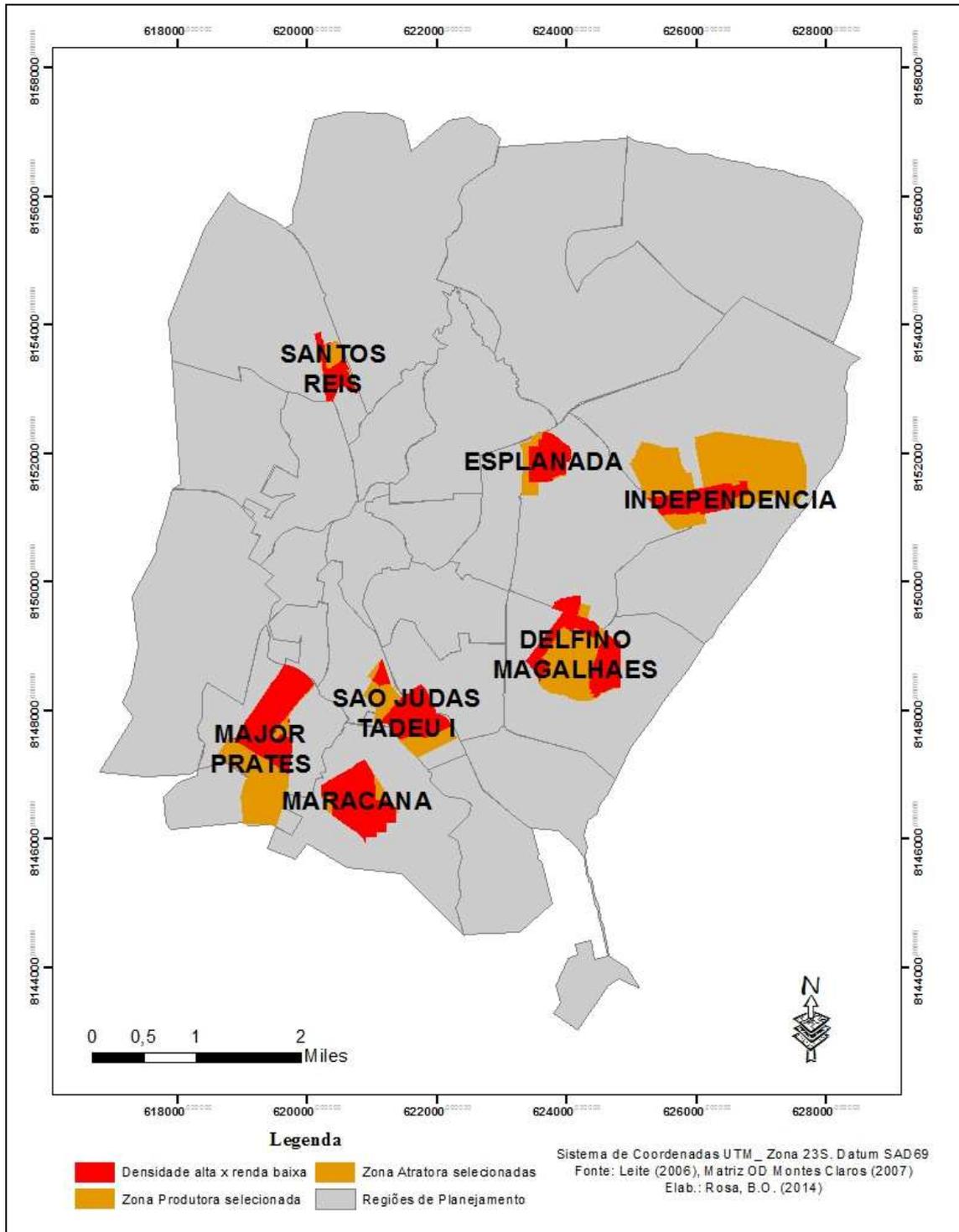


Figura 28: Recorte das regiões atratoras/produzoras, densidade alta x renda baixa e subcentros econômicos.

Quanto aos polos emergentes, apenas a região do Village do Lago, apresentou a característica de alta densidade e baixa renda, desassociada a uma zona de produção e atração e de um subcentro.

Os polos planejados, não podem ser identificados através dos mapas aqui desenvolvidos, pois esses apresentam as edificações atuais da cidade. Para definição desse polo foi feita uma pesquisa bibliográfica e consulta à especialista da área para compreensão de uma região que esteja recebendo um maior incentivo para a construção de imóveis privados.

De acordo com a pesquisa realizada, Montes Claros irá ampliar o espaço para abrigar empresas no Distrito Industrial, serão mais de 400 mil metros quadrados voltados para a instalação de indústrias de pequeno e médio porte. O espaço também abrigará o “Parque Tecnológico Municipal”, com incubadora de empresas, centro de convenções e pequenos lotes destinados às empresas de base tecnológica.

Em entrevista com o coordenador do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Montes Claros e também especialista em Transportes, esse corroborou as informações destacadas na pesquisa bibliográfica. Ainda, de acordo com o especialista, a região em que haverá a ampliação ainda não contém nenhuma linha de transporte público.

Diante dos dados, nesse estudo o Distrito Industrial será tratado como o polo de desenvolvimento planejado. Ainda que essa informação não tenha sido explicitamente fornecida pelo órgão de planejamento, esse órgão de certa forma indicou, por intermédio dos investimentos propostos, que essa é uma região que está recebendo maior evidência que as demais.

Em atenção ao quesito de simplificação cartográfica aqui destacada pelos especialistas, os polos São Judas e Carmelo não serão considerados nas análises.

Os Polos de Desenvolvimento considerados para esse estudos estão sinalizados na Figura 29.

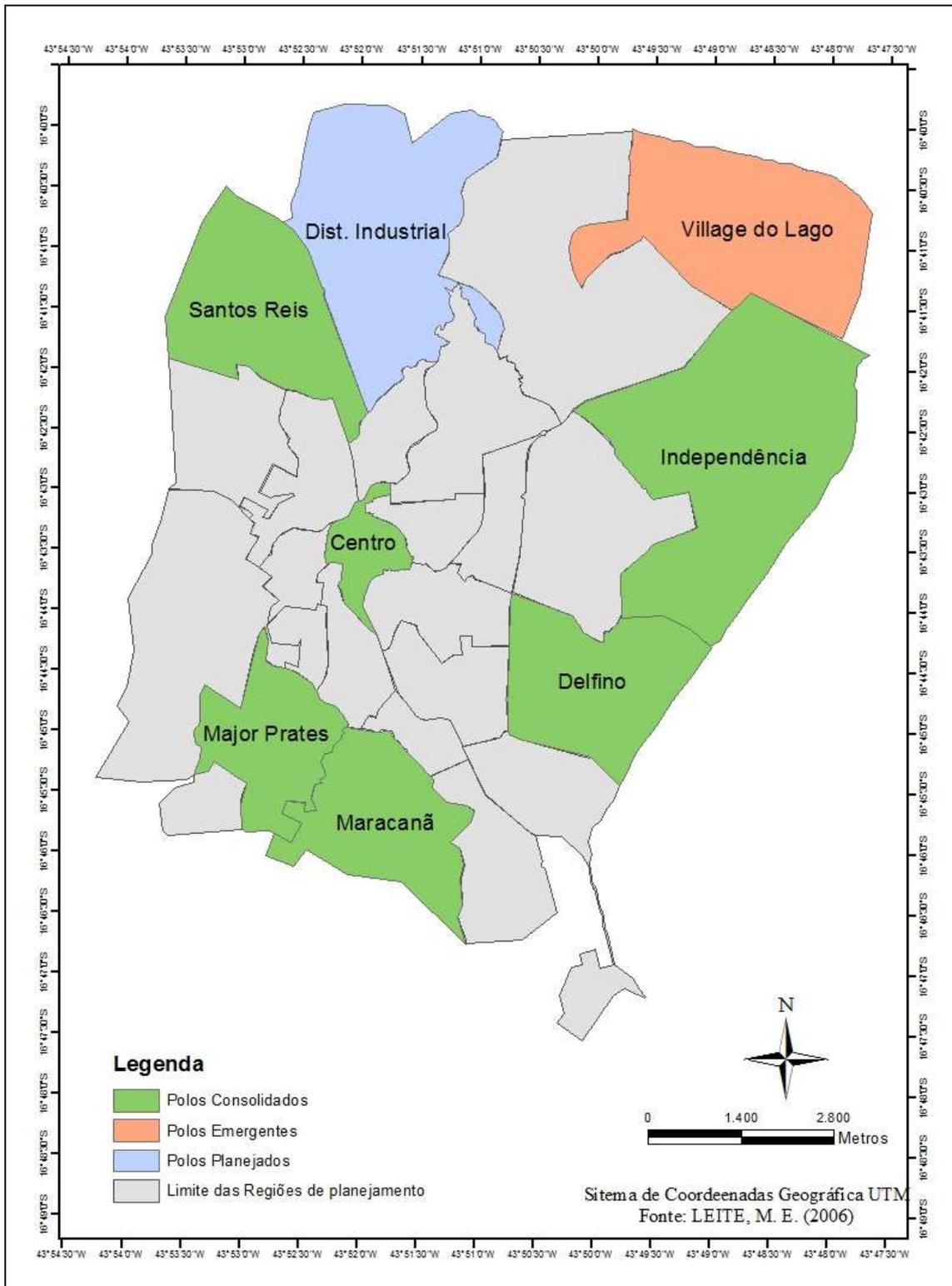


Figura 29: Polos de Desenvolvimento da cidade de Montes Claros

6.2.2 Definição dos Pontos de Articulação

Um documento sobre dados gerais da cidade (Prefeitura de Montes Claros, 2011) e o estudo sobre aglomeração urbana de França (2012) foram utilizados como referência para seleção dos pontos de articulação, nesses documentos são destacados os principais pontos de comércio, indústria, turísticos, etc. Foram, portanto selecionados os locais considerados importantes pelo método.

A Tabela 3 apresenta os locais selecionados como Pontos de articulação.

Tabela 3: Caracterização dos Pontos de Articulação de Montes Claros/MG (continua)

Marcos Turísticos	
1	- Parque da Sapucaia
2	- Parque Municipal Milton Prates
3	- Parque Guimarães Rosa
4	- Parque de Exposições João Alencar de Athayde
5	- Mercado Central:
Terminais de Transporte (ônibus, ferrovia, ponto terminal);	
6	- Aeroporto Mário Ribeiro
7	- Rodoviária
Imóveis de serviços públicos (educação, cultura, saúde, esporte, entretenimento, segurança, e serviços de Governo em geral)	
8	- Hospital Aroldo Tourinho
9	- Hospital Universitário
10	- Santa Casa
11	- Hospital Dilson Godinho
12	- Hospital Alfeu de Quadro
13	- UNIMONTES
14	- UFMG
15	- IFNMG
16	- Escola Estadual Prof. Plínio Ribeiro
17	- Escola Estadual Francisco Sá
18	- Escola Estadual Antonio Canela
19	- Escola Estadual Dulce Sarmento
20	- Colégio Tiradentes
Imóveis privados de interesse público (igrejas, hospitais, escolas, entretenimento, clubes e associações);	
21	- SESC Pousada
22	- Automóvel Clube
23	- Max-Min Clube
24	- BNB Clube
25	- AABB Clube
26	- Faculdades Pitágoras de Montes Claros
27	- FUNORTE

**Tabela 3: Caracterização dos Pontos de Articulação de Montes Claros/MG
(continuação)**

28	- Faculdades Ibituruna
29	- Instituto Superior de Educação Ibituruna - Iseib
30	- Faculdades Santo Agostinho
31	- FACIT
32	- Uniube – Universidade de Uberaba
33	- UNIPAC – Universidade Presidente Antonio Carlos
34	- UNOPAR – Universidade Norte do Paraná
35	- Protoncor
Imóveis privados comerciais (shoppings e prédios de escritórios)	
36	- Grupo Lafarge – cimento
37	- Grupo Coteminas – tecidos
38	- Novo Nordisk – medicamentos
39	- Nestlé – produtos lácteos
40	- Alpargatas
41	- Vallée – produtos veterinários
42	- Somai Nordeste – alimentos
43	- Petrobras Biocombustível S/A – combustíveis
44	- Montes Claros Shopping Center
45	- Ibituruna Shopping Center
46	- Shopping Popular
47	- Villefort Atacadista, supermercado
48	- Makro Atacadista, supermercado
49	- Mart Minas Atacado e Varejo, supermercado
Imóveis privados residenciais (condomínios);	
50	- Residencial Vitória
51	- Residencial Recanto das águas
52	- Residencial Sul

A Figura 30 apresenta os pontos de articulação definidos para a cidade de Montes Claros.

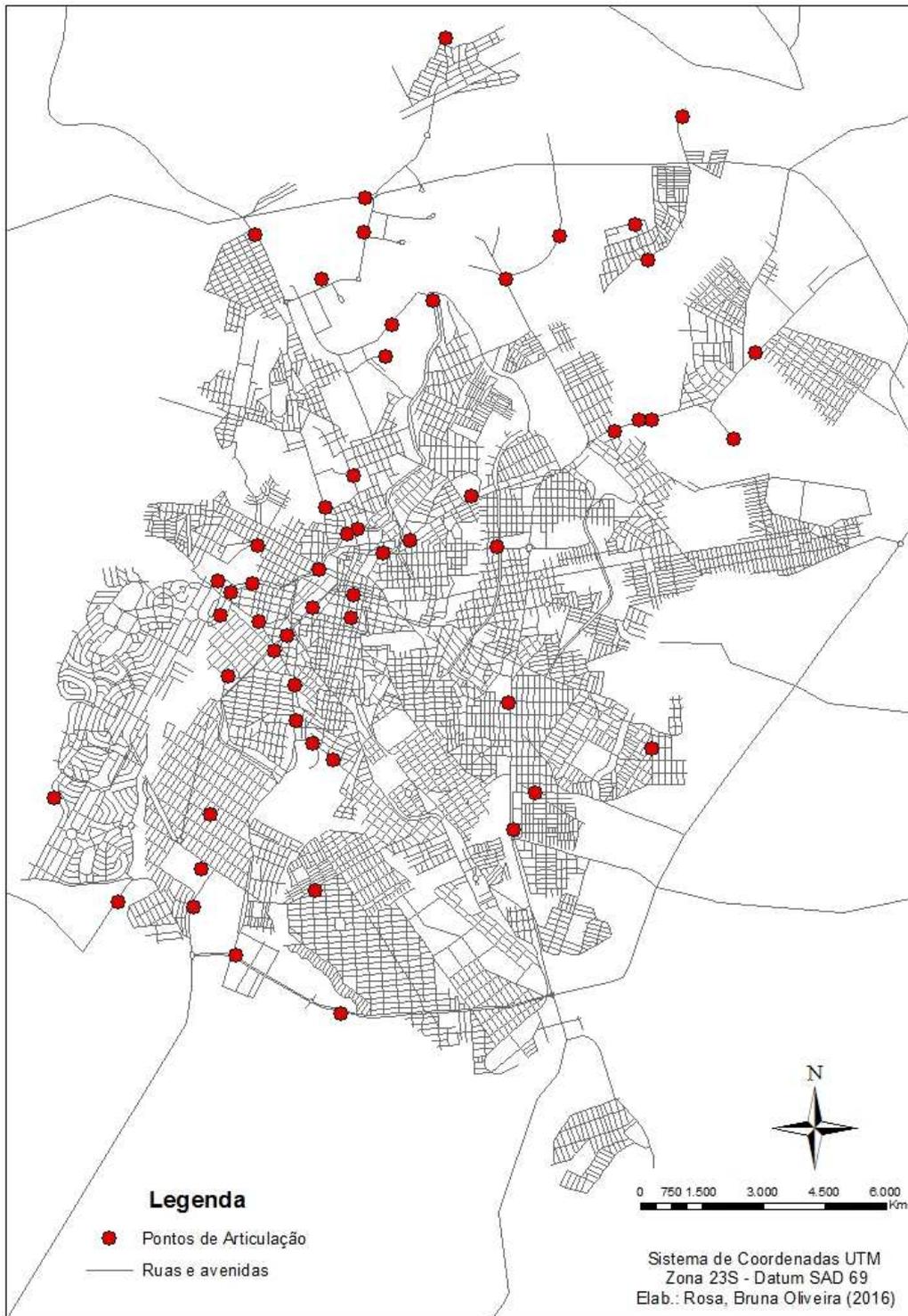


Figura 30: Pontos de articulação definidos para Montes Claros/MG

No total são 52 pontos de articulação. A concentração de pontos no centro expandindo para a zona leste da cidade evidencia a necessidade de planejamento e desenvolvimento das áreas periféricas que concentram cada vez mais população.

6.2.3 Estabelecimento do sistema viário estrutural de transporte coletivo

Para a caracterização do Sistema Viário Estrutural de Transporte coletivo na cidade de Montes Claros, foi necessário, primeiramente conhecer as principais estruturas viárias da cidade (ruas e avenidas) para tanto foi realizada uma pesquisa bibliográfica junto ao grupo de estudos em Geografia da cidade (Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes). Foi direcionado pelo grupo, juntamente com a pesquisa bibliográfica, as avenidas principais representadas na Figura 31.

Os critérios para identificação dos principais trechos levaram em consideração o fluxo de veículos, imobiliários existentes em seus entornos e estrutura física (asfaltamento, largura das faixas, calçadas, sinalização). Mais detalhes sobre a classificação das principais avenidas podem ser encontrados no estudo de França (2007).

As avenidas selecionadas foram: Av. João XXIII, Av. Deputado Plínio Ribeiro, Av. Cula Mangabeira, Av. Mestra Fininha, Av. José Correa Machado, Av. Governador Magalhães Pinto, Av. Deputado Esteves Rodrigues, Av. Cel. Luiz Maia, Av. Antônio Lafeté Rabelo, Av. São Judas, Av. Francisco Gaetani, Av. Geraldo Athayde

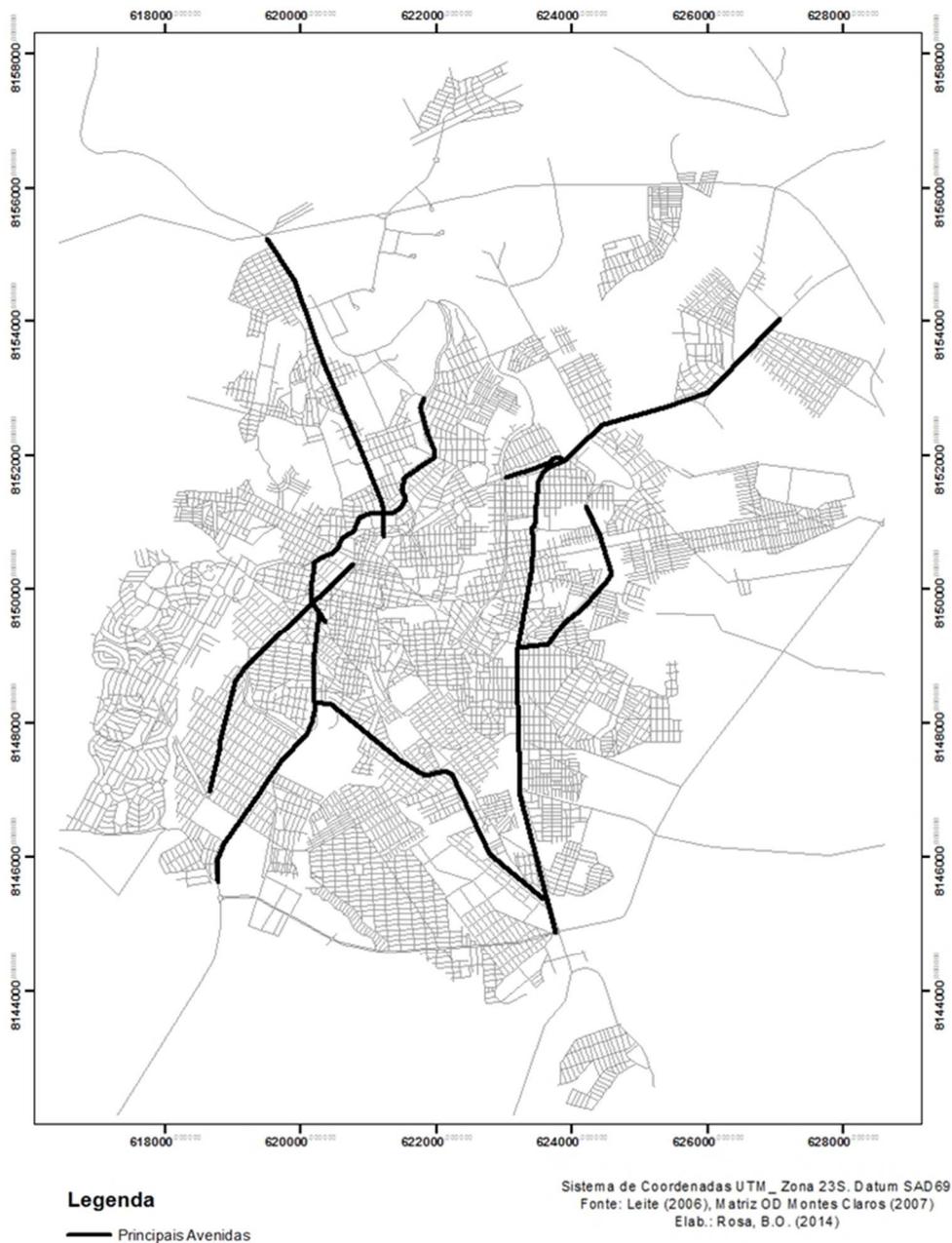


Figura 31: Principais Avenidas em Montes Claros/MG

Depois da identificação das avenidas principais, seria necessária a classificação de quais trechos seriam utilizados na caracterização do SVETC. Para tanto, foi utilizado o procedimento de seleção descrito nas adaptações do método.

O mapa da Figura 32 mostra o Sistema Viário Estrutural encontrado para a cidade de Montes Claros.

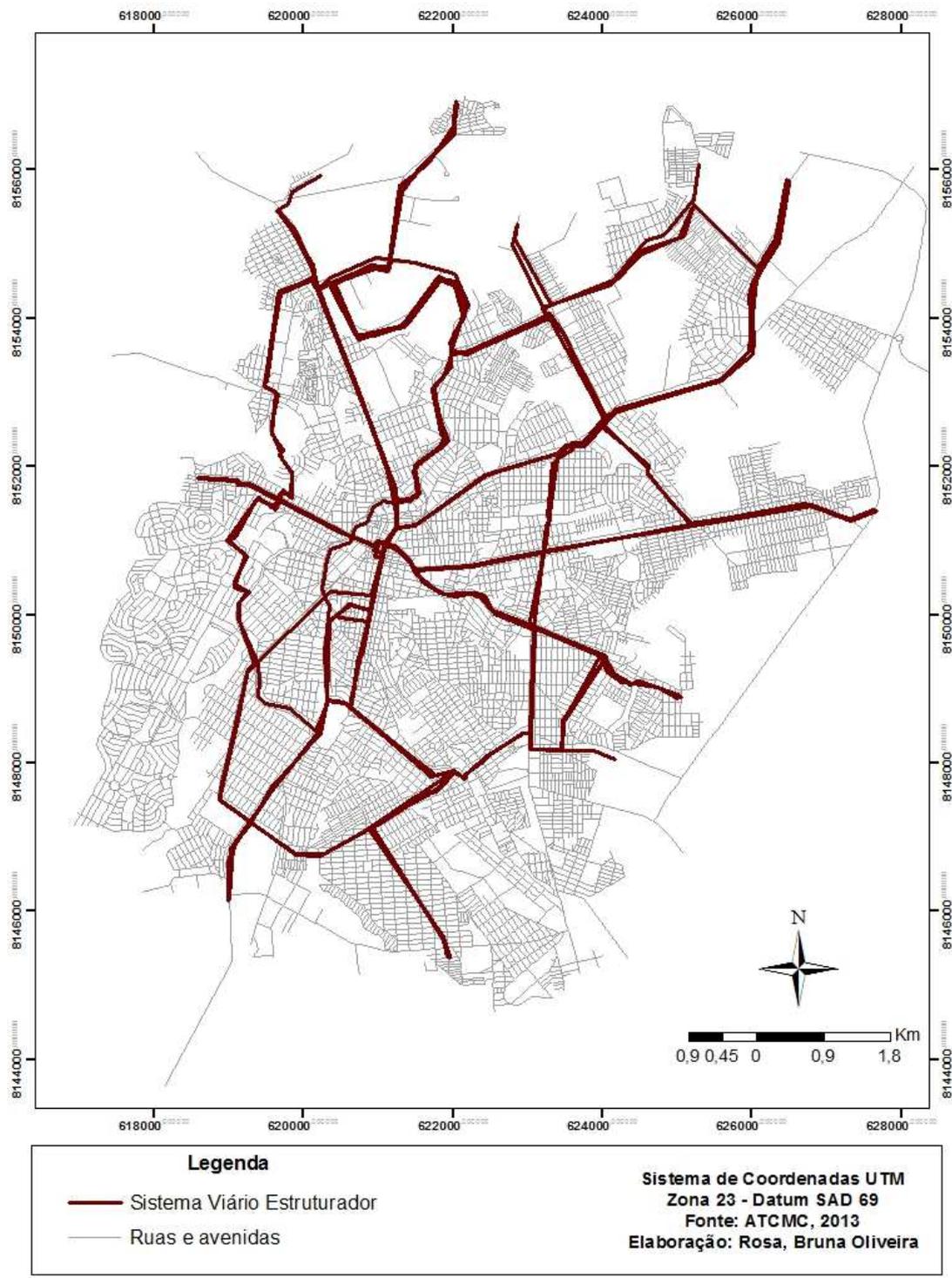


Figura 32: Sistema Viário Estrutrador de Transporte Coletivo de Montes Claros/MG

O Sistema Estruturador é o conjunto de linhas que deverá ligar todos os polos de desenvolvimento entre si. Esse critério foi o norteador principal para a construção do SVETC da cidade de Montes Claros.

6.2.4 Concepção das linhas da Rede

Tendo em conta as premissas anteriormente apresentadas as linhas Troncais, percebidas aqui como as Radiais são aquelas que fazem ligação entre os Polos de desenvolvimento e o Centro. As transversais são as que tangenciam o centro, interligando Polos de Desenvolvimento sem passar pelo Centro (viagens mais rápidas e menos deslocamentos negativo. Dentro das linhas Locais encontram-se as linhas de Contorno que passam mais afastadas do centro e as Abraçantes passam distantes do Centro.

Considerando a visão de Ferraz e Torres (2004), na concepção das linhas da Rede de Montes Claros, as linhas do atual sistema foram consideradas na criação do novo sistema. Isso além de facilitar a adaptação dos usuários, é uma técnica interessante para o redesenho das linhas, uma vez que a readequação total da Rede tende a gerar maiores falhas de concepção.

Os passos foram efetuados de modo intuitivo, ou seja, seguindo a ordem de desenhar inicialmente as linhas troncais, em seguida as transversais e por fim as de contorno e abraçantes.

Inicialmente foi feito o traçado das linhas Radiais. O desenho das linhas encontra-se na Figura 33.

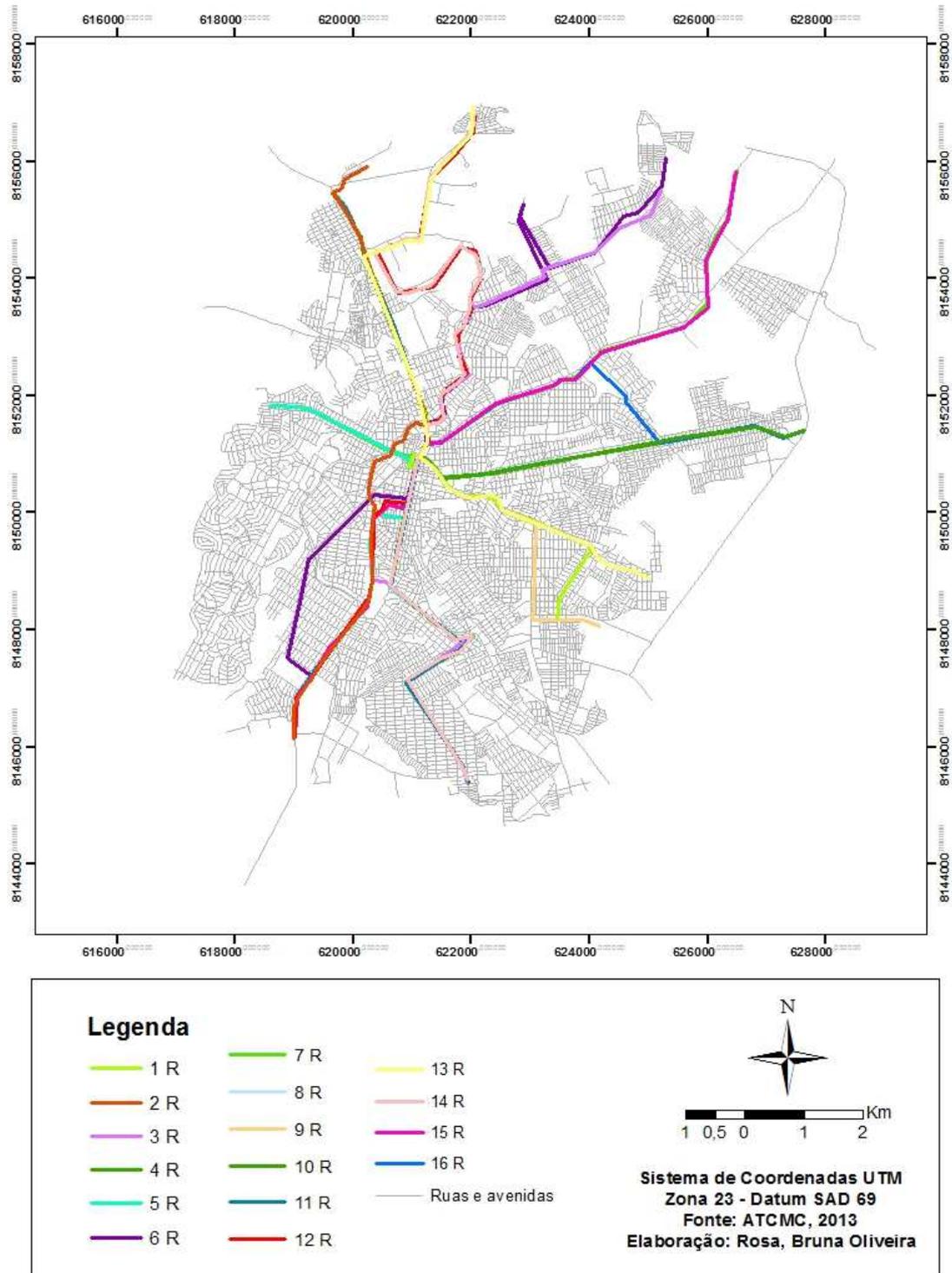


Figura 33: Linhas Radiais planejadas para Montes Claros/MG

Observa-se uma característica interessante, já descrita pelo método, as linhas tendem a ser maiores, pois sua função é a ligação de pelo menos três polos de desenvolvimento. No total, foram criadas dezesseis Linhas radiais, contando o trajeto de ida e volta, somam-se trinta e dois novos caminhos.

No desenho dessas linhas foi aproveitado o traçado de oito linhas existentes da rede atual, entre elas: 1501, 1701, 1702, 2601, 4601, 6901, 7102, 8201.

A nomenclatura das linhas seguiu o padrão da sua criação e o tipo de linha tratada, ou seja, a linha 1R foi a primeira linha criada e é do tipo Radial. A Tabela 4 apresenta as linhas radiais criadas e os polos pelos quais as linhas transitam, ou seja, suas ligações.

Tabela 4: Detalhamento dos polos por onde passam as Linhas Radiais

LINHAS	POLOS DE PASSAGEM			
1R	Santos Reis	Centro	Delfino	
2R	Santos Reis	Distrito industrial	Centro	Major
3R	Village do Lago	Centro	Maracanã	
4R	Independência	Centro	Maracanã	
5R	Vila Oliveira	Centro	Maracanã	
6R	Centro	Major	Village do Lago	
7R	Vila Oliveira	Centro	Village do Lago	
8R	Vila Oliveira	Centro	Independência	
9R	Vila Oliveira	Centro	Delfino	
10R	Santos Reis	Centro	Independência	
11R	Santos Reis	Centro	Maracanã	
12R	Distrito Industrial	Centro	Major	
13R	Distrito Industrial	Santos Reis	Centro	Delfino
14R	Distrito Industrial	Centro	Maracanã	
15R	Village do Lago	Centro	Major	
16R	Distrito Industrial	Centro	Major	

Na criação das linhas transversais nenhuma linha do sistema atual foi utilizada, pois como analisado anteriormente, 100% das linhas têm passagem pelo centro da cidade, e a o princípio básico da linha transversal é a redução do trajeto, evitando deslocamentos negativos.

A Figura 34 apresenta as linhas transversais criadas para a cidade de Montes claros. No total são 9 novas linhas que, se considerado o trajeto de ida e volta, somam 18 novos caminhos para o sistema de TP.

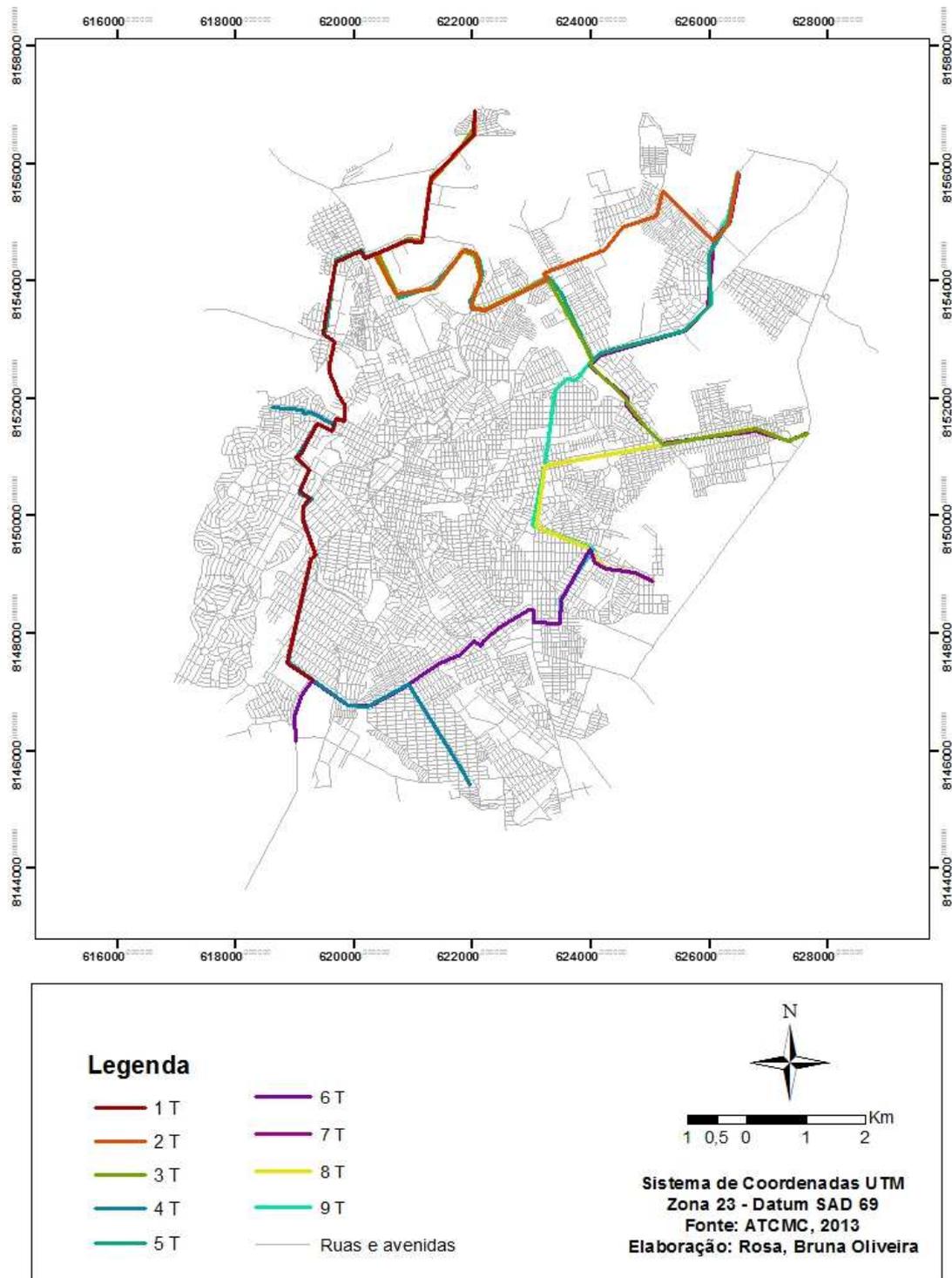


Figura 34: Linhas Transversais planejadas para Montes Claros/MG

As linhas criadas estão delimitadas na Tabela 5 e seguem o mesmo padrão de nomenclatura das linhas radiais.

Tabela 5: Detalhamentos dos polos por onde passam as Linhas Transversais

LINHAS	POLOS DE PASSAGEM			
1T	Distrito Industrial	Santos Reis	Vila Oliveira	Major Prates
2T	Distrito Industrial	Village do Lago		
3T	Distrito industrial	Independência		
4T	Vila Oliveira	Major Prates	Maracanã	
5T	Santos Reis	Village do Lago	Distrito Industrial	
6T	Delfino	Maracanã	Major Prates	
7T	Village do Lago	Independência		
8T	Delfino	Independência		
9T	Delfino	Village do Lago		

Para as linhas de contorno e abraçantes, criou-se uma linha para cada. A de contorno seguiu o trajeto atual da Circular existente e a abraçante foi criada de forma a aumentar o raio de alcance da circular, passando pelos polos de desenvolvimento.

O traçado final pode ser observado na Figura 35.

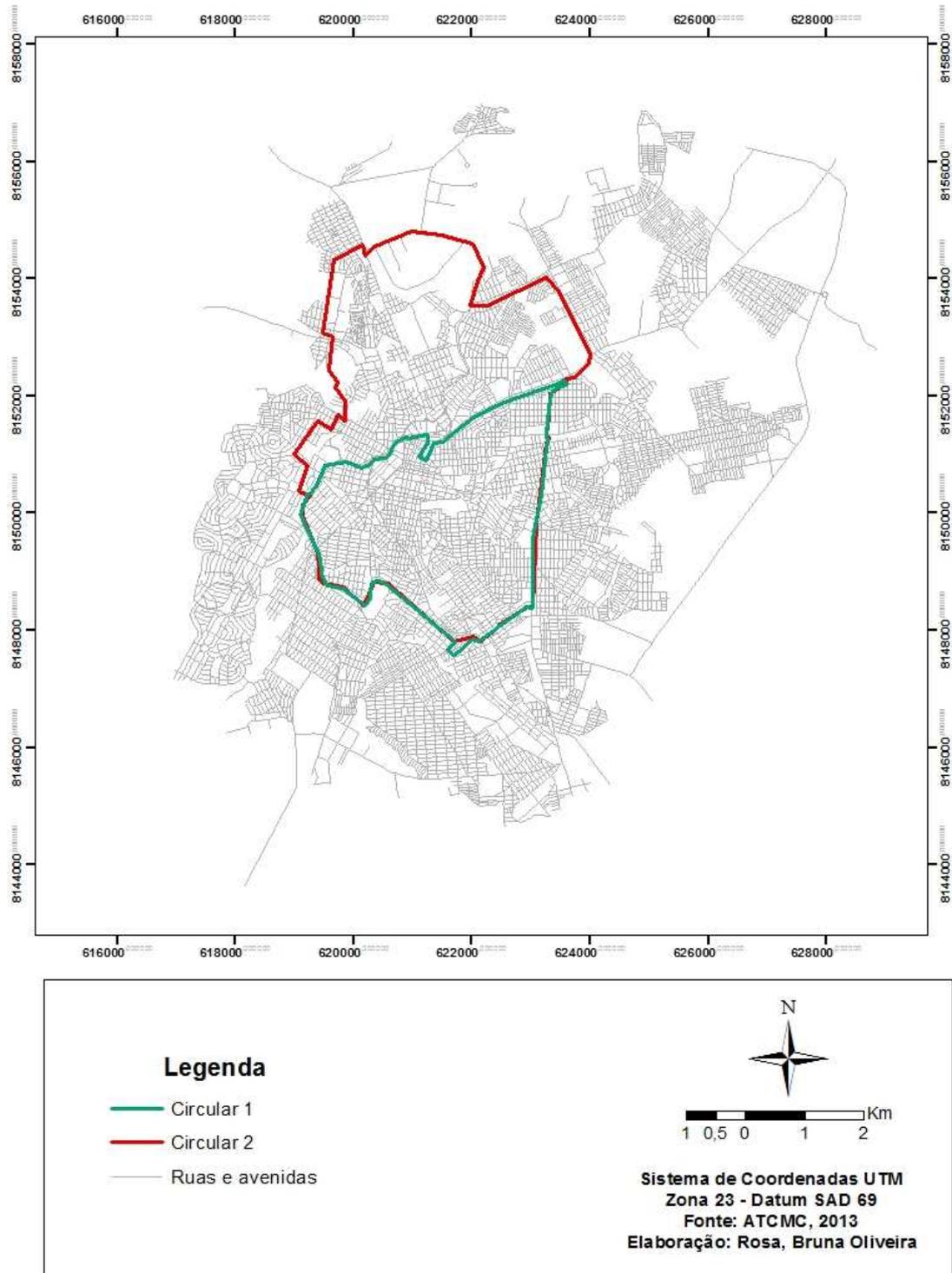


Figura 35: Linhas Circulares Planejadas para Montes Claros/MG

Sobre o Subsistema Local, de acordo como método, todas as linhas terão obrigatoriamente um contato com a rede estrutural, seja em um ponto, seja em terminais seja ao longo de um quarteirão ou dois, não mais do que isto, pois não caberá ao serviço local atender corredores.

Na criação das linhas locais para a cidade de Montes Claros, como relatado anteriormente, foi realizado um recorte das linhas existentes no sistema atual.

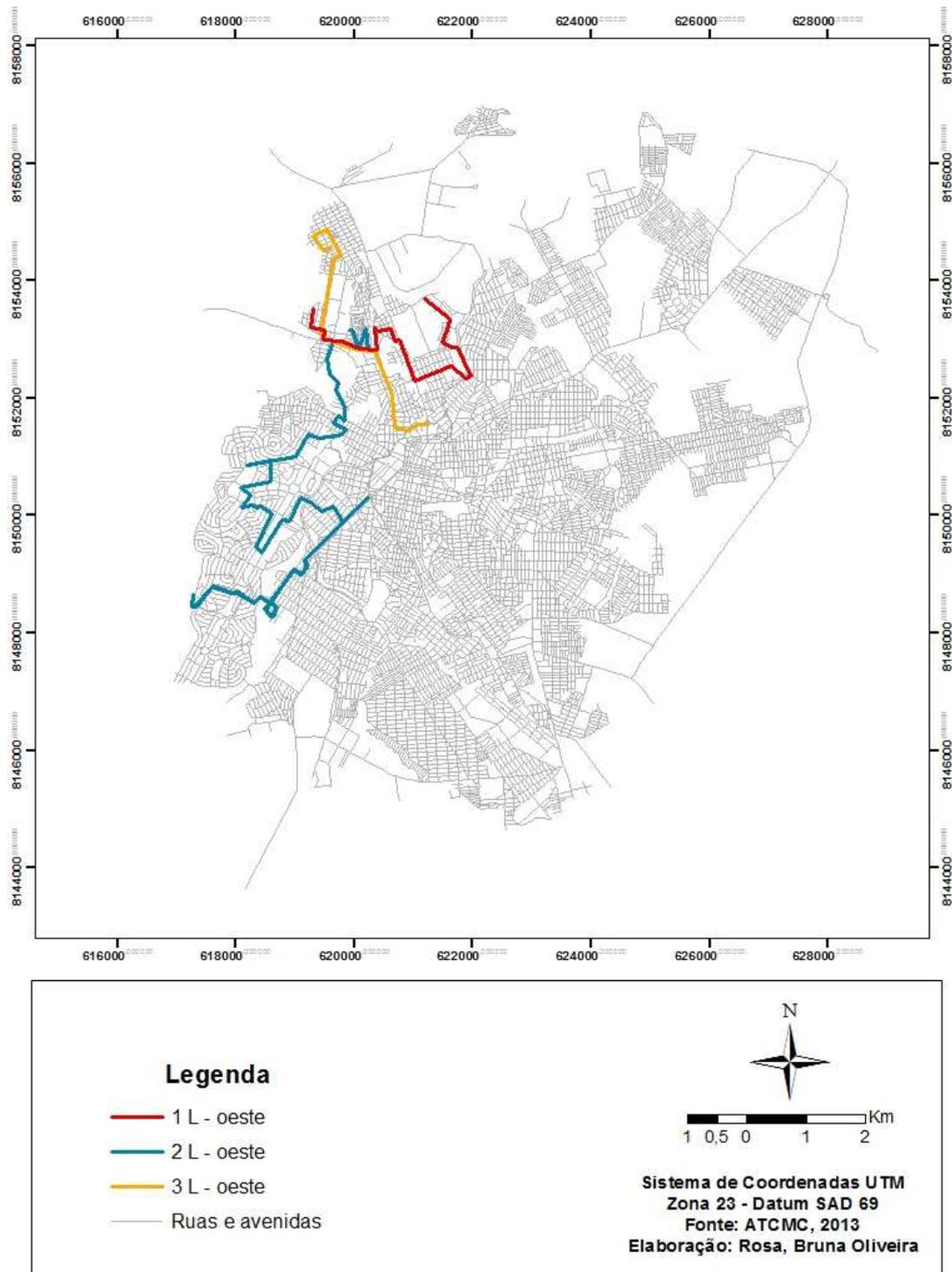


Figura 36: Linhas Locais Oeste planejadas para Montes Claros/MG

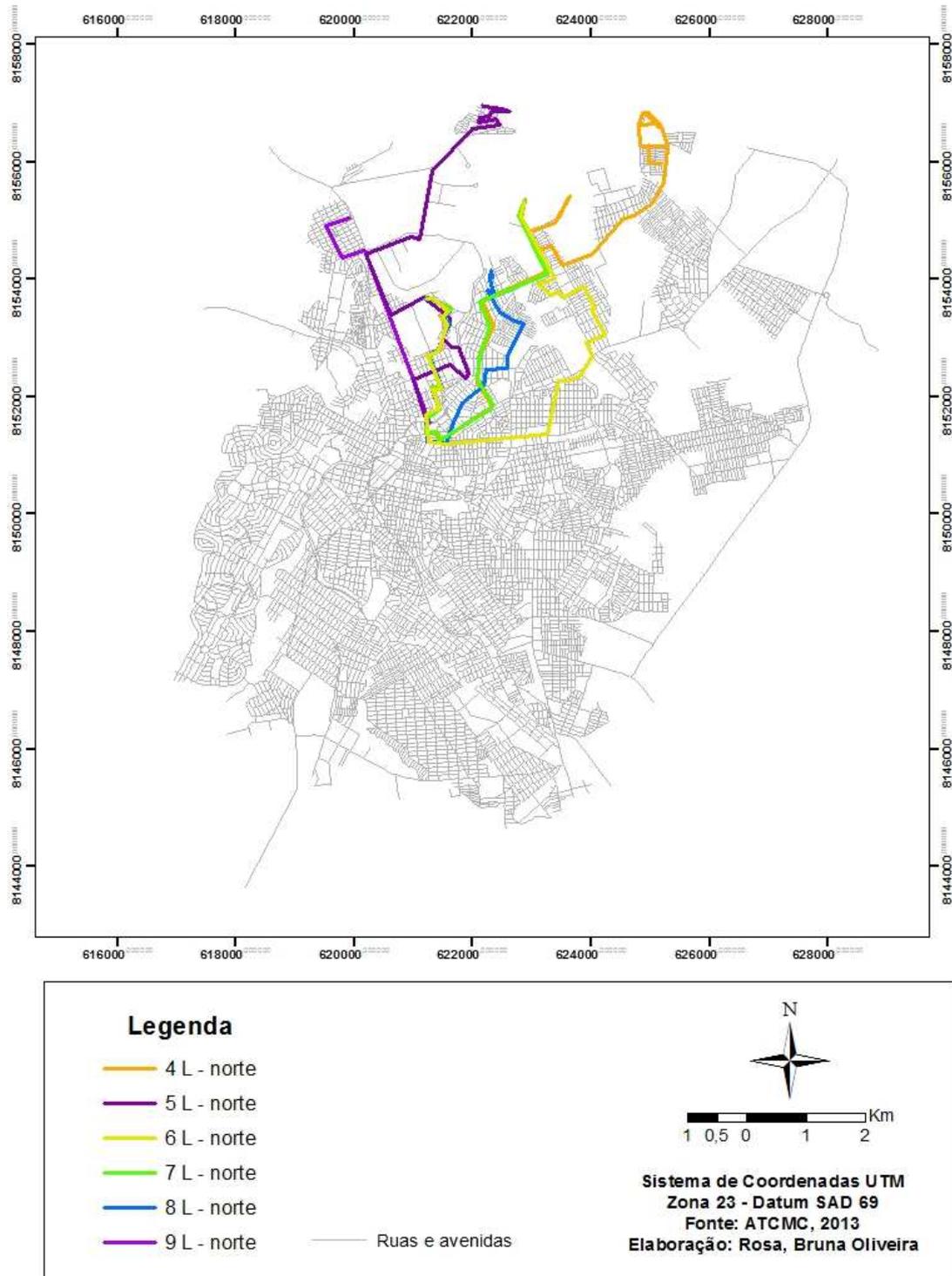


Figura 37: Linhas Locais Norte planejadas para Montes Claros/MG

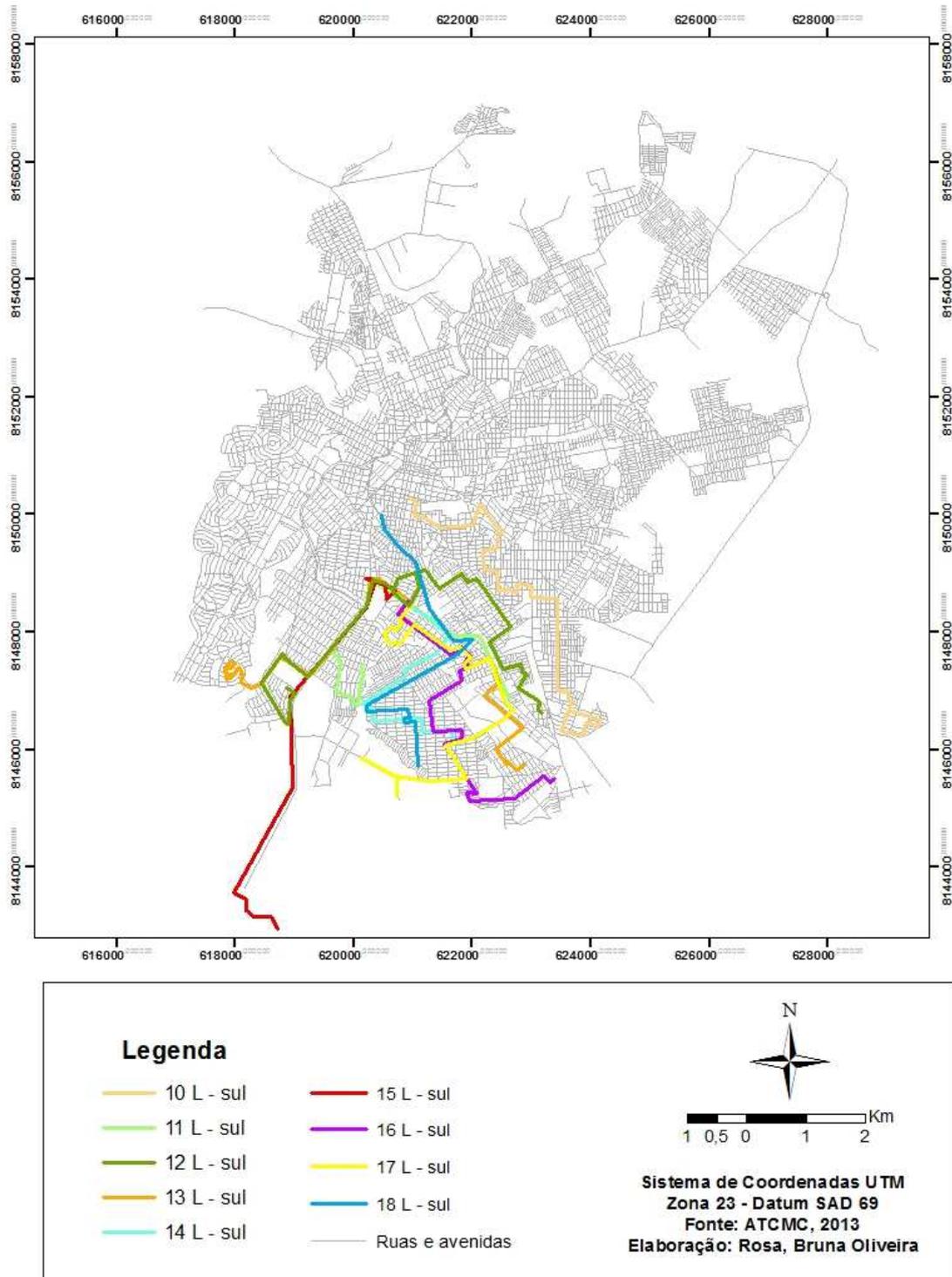


Figura 38: Linhas Locais Sul planejadas para Montes Claros/MG

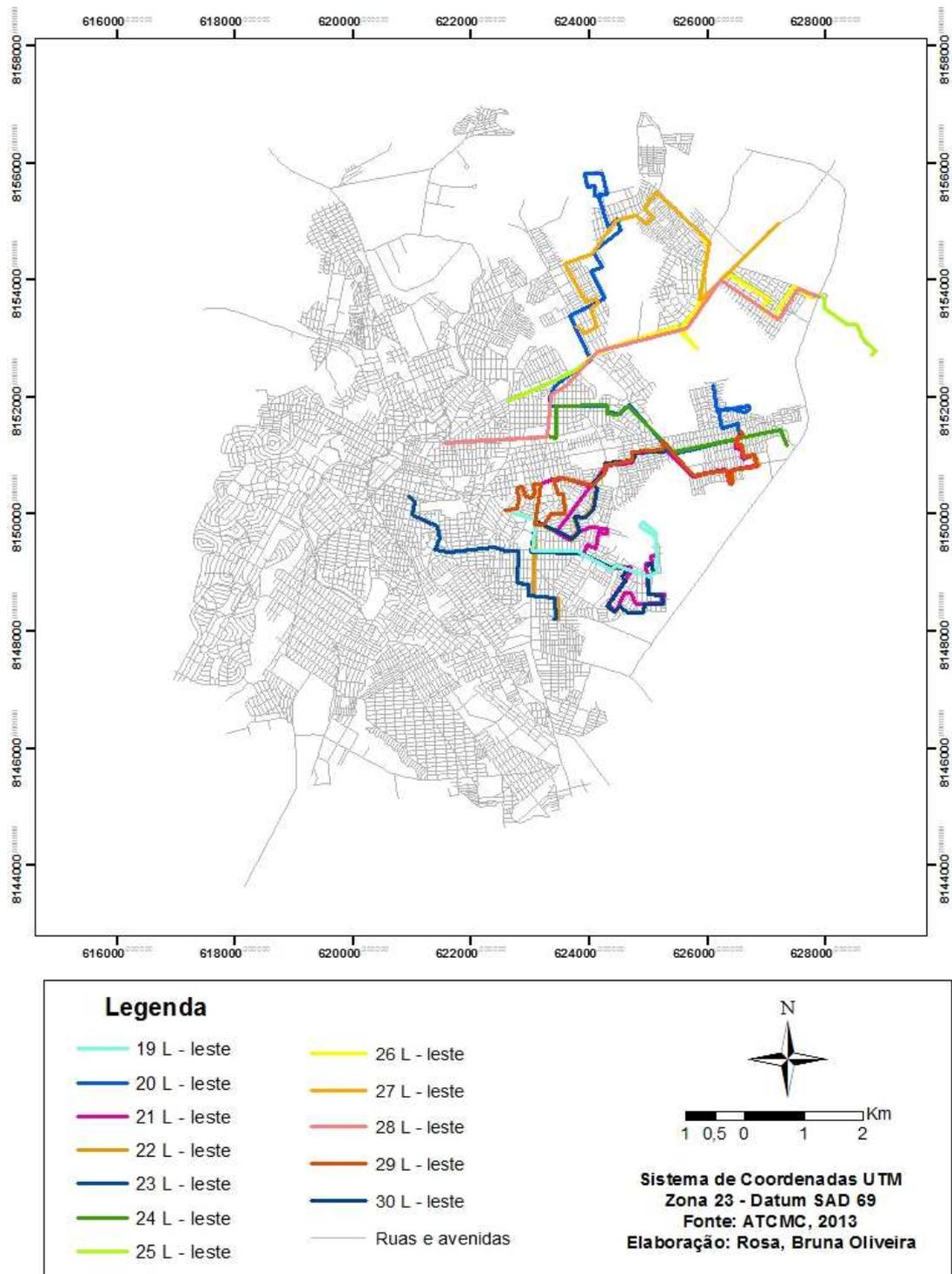


Figura 39: Linhas Locais Leste planejadas para Montes Claros/MG

A oferta das linhas não será obrigatoriamente idêntica, algumas terão demanda e oferta elevadas, embora possam ter frequência, capacidades e veículos distintos.

Aqui, observou-se a instalação trinta novas linhas locais, um total de sessenta novos caminhos se considerarmos a ida e a volta.

È importante destacar, a dificuldade encontrada no recorte das linhas da rede antiga, pois o sistema anterior era completamente radiocêntrico, ou seja, todas as linhas direcionavam-se ao centro. Houve algumas adaptações do desenho das linhas locais, no que diz respeito a evitar essa tendência radiocêntrica, mas evidentemente essas alterações poderiam ser mais rebuscadas, trazendo à tona linhas locais mais funcionais.

De acordo com o Método, o estabelecimento da frequência e o dimensionamento da frota deverão ser feitos posteriormente ao desenho das linhas com base nos resultados de levantamentos de origem e destino e simulações de carregamento, respeitando-se as premissas acima e, em especial, as estabelecidas com referência aos polos emergentes e planejados. Reforçando a idéia de que o Planejamento (desenho da rede) antecede a otimização do sistema.

Além disso, as linhas preferencialmente devem partir de um Terminal. As linhas que passam em cruzamentos viários principais devem ter um tratamento diferente, pois estes favorecem a distribuição através dos transbordos.

A Figura 40 apresenta a configuração resultante da nova rede proposta nesse estudo.

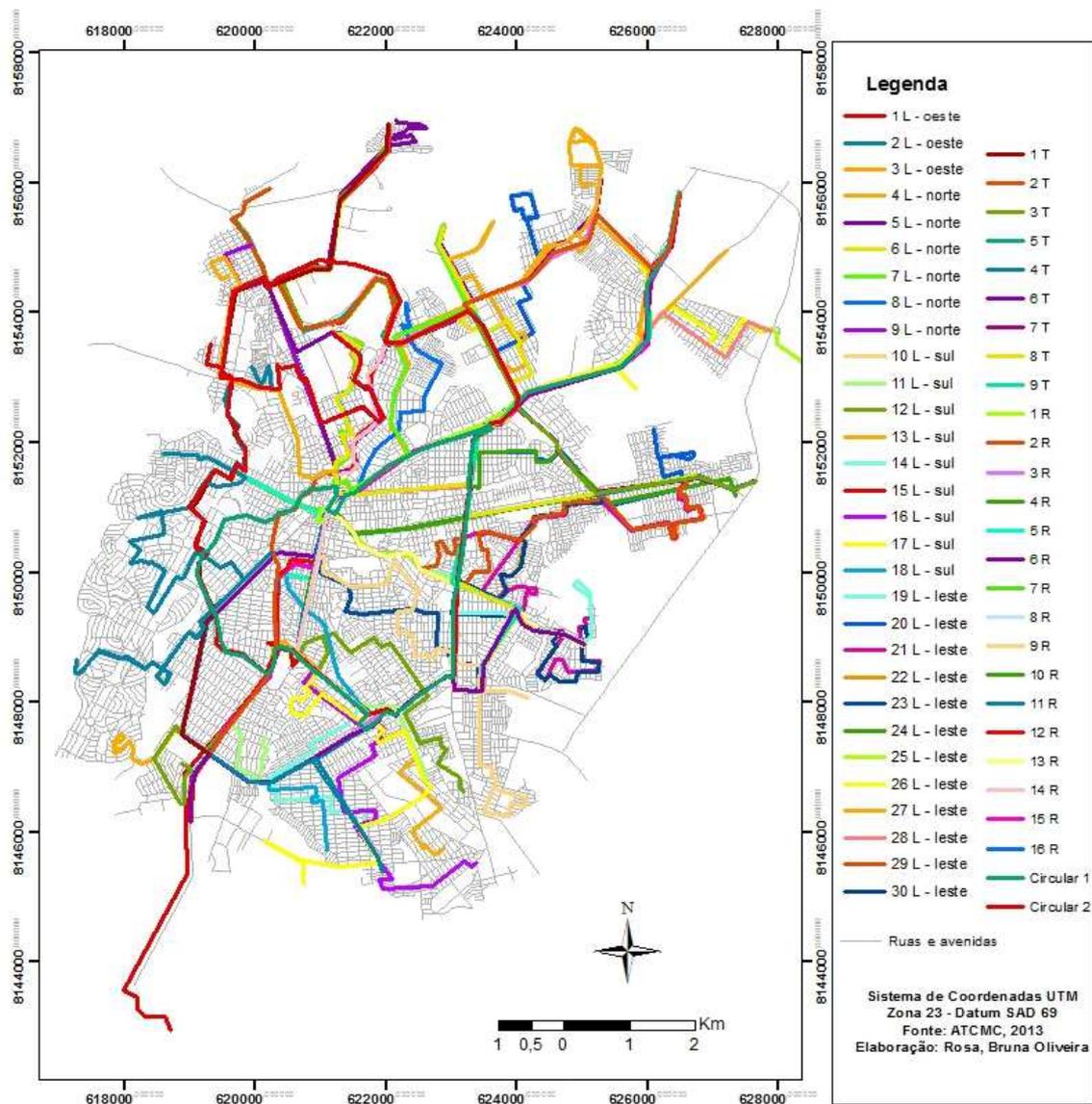


Figura 40: Rede de Transporte Público Planejada para Montes Claros/MG pelo Método RESET

As linhas criadas representam uma espacialidade diferente da apresentada pela rede atual, principalmente em sua tipologia. A rede atual apresenta em sua plenitude uma tipologia radiocêntrica, como observado na análise da rede, todas as linhas existentes se concentram na região central. Não existe a idéia de linhas transversais, se quer de linhas locais, como proposto pelo Método RESET.

Observa-se de início, que o número de linhas criadas é maior se comparado à rede atual. Isso irá influenciar ou não a distribuição de oferta para as regiões, o fator decisivo será a espacialização dessas linhas na rede. Se forem criadas inúmeras linhas,

mas seu desenho não for compatível ao planejamento da cidade, essas irão representar apenas um aumento indiscriminado da oferta atual.

6.3 Tópicos conclusivos

Foram requeridas algumas adaptações para aplicação do método, por isso, esse estudo é tratado como um Ensaio Ilustrativo. Essa pesquisa tenta compreender e trazer melhorias para aplicabilidade do Método em outras cidades.

Alguns pontos merecem destaque nesse capítulo, como a formulação de fluxogramas instrutivos e sintéticos, que auxiliam na compreensão mais ágil das informações trazidas pela metodologia. As adaptações realizadas para a seleção dos polos foi pensada de forma a não ser descartada por outros planejadores quando da aplicação do Método. A sistematização aqui utilizada pode ser usada para enriquecer os estudos e diagnósticos urbanos de cidades que não os tenham formatado. A inclusão de um processo para determinação do SVETC (Sistema Viário Estrutural de Transporte Coletivo) também é relevante, uma vez que o Método não trazia uma parametrização para a sua criação.

Para compreender a espacialidade apresentada pela nova rede, propôs-se o estudo da intensidade de ligação das novas linhas aos polos selecionados. Esta abordagem é descrita no Capítulo 6.

7 ANÁLISE COMPARATIVA DAS REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Esse capítulo é dedicado a realização de uma comparação entre a Rede de Transporte público atual na cidade de Montes Claros (MG) e a Rede de Transporte aqui planejada. O intuito é examinar como a Rede planejada melhoraria a acessibilidade dos Polos de Desenvolvimento, principalmente dos polos emergentes, uma vez que esses são os que recebem menor atenção nas políticas de Transportes.

7.1 Análise das linhas dos Polos de desenvolvimento

Para obter o indicador comparativo, primeiro foi analisada cada rede no sentido de definir o número de ligações por polos. Além da tabela resumo do número de ligações existentes em cada polo, foi elaborado um mapa representativo dessas ligações, com o intuito de utilizá-lo no desenvolvimento do índice de oferta de transporte público aqui desenvolvido.

Foram analisados polo a polo, destacam-se aqui alguns polos que obtiveram maior aumento no índice comparativo, além da análise do centro da cidade. Os mapas e análises dos outros polos se encontram no Apêndice A.

Numa análise geral percebe-se que houve um aumento considerável no índice de oferta de transporte público, quando se analisa as ligações diretas existentes na rede. A Tabela 6 resume os índices encontrados para cada polo e totaliza o resultado geral de aumento da oferta de transporte.

Tabela 6: Índice geral comparativo da oferta de Transporte Público da rede planejada para Montes Claros

Polos	Nº de regiões atendidas na Rede atual	Nº de regiões atendidas na Rede Planejada	Índice comparativo de Oferta de Transporte Público
Centro	26	24	-8%
Delfino	17	20	18%
Dist. Industrial	8	23	188%
Independência	15	20	33%
Major Prates	15	25	67%
Maracanã	12	23	92%
Santos Reis	17	23	35%
Vila Oliveira	15	22	47%
Village do Lago	7	21	200%
Total	132	201	52%

Na análise geral da rede planejada, houve um aumento de 52% na oferta de transporte público. Percebeu-se uma redução de 8% do índice para o Centro, e aumentos substanciais nas regiões: Distrito Industrial e Village do Lago.

Esse aumento substancial é justificado pois as duas regiões ainda não eram consideradas polos consolidados, ou seja, polos que já são caracterizados como geradores e atratores de viagens.

Na atual rede o centro abriga todas as linhas de ônibus existentes. A Tabela 7 mostra que para todas as regiões da cidade existe pelo menos uma linha que faz ligação direta a partir do centro, na rede atual. Essa característica é típica das cidades pequenas a médias brasileiras, retrato do mau entendimento do planejamento da rede. A falta de um estudo mais aprofundado, como uma matriz Origem-Destino adequada, em vez de se utilizar a matriz embarcada, garantiria a interpretação correta do desejo dos usuários, e a exclusão de deslocamentos negativos, como aqui observados, que obrigam o usuário a passar pelo centro. Acarretando em congestionamentos e transbordos talvez não necessários.

Tabela 7: Número de Ligações diretas ao Centro pela rede atual

Ligações	Centro		Linhas de ônibus
	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	0	0%	Todas as linhas têm passagem pelo Centro
1	2	8%	
2	2	8%	
3	2	8%	
4	1	4%	
5	4	15%	
6	1	4%	
7	1	4%	
8	5	19%	
9	3	12%	
10 ou mais	5	19%	
Total	26	100%	

A Figura 41 apresenta o mapa representativo das ligações do Centro a outras regiões sem transbordos, como se esperava, todas as regiões são atendidas. As que possuem menos ligações diretas são: Village do Lago, Planalto, Morada do Parque e Santo Inácio.

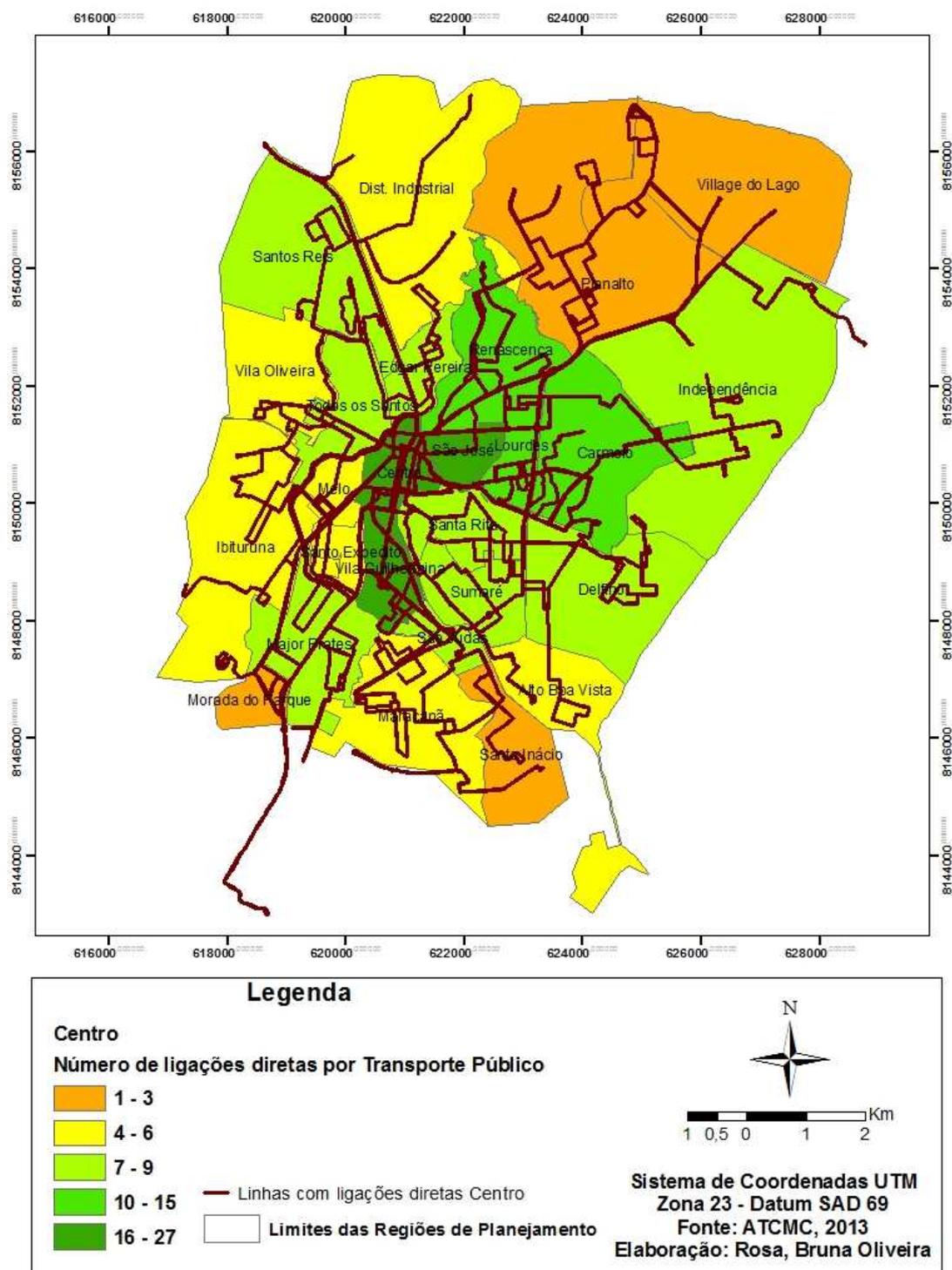


Figura 41: Linhas com ligações diretas ao Centro pela rede atual

Para a rede planejada neste estudo, o número de ligações é inferior ao demonstrado na rede atual, pois o que se considera no Método RESET é a promoção de novos polos urbanos a partir do Transporte Público, para tanto deve haver um

desestímulo ao uso da região central. Portanto as linhas que ligam diretamente outras regiões ao Centro são as radiocêntricas, e nesse caso uma linha Circular também.

Tabela 8: Número de Ligações diretas ao Centro pela rede planejada

Ligações	Centro		Linhas de ônibus
	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	2	8%	Todas as linhas radiais têm passagem pelo centro e a Circular 1
1	1	4%	
2	3	12%	
3	2	8%	
4	3	12%	
5	4	15%	
6	4	15%	
7	2	8%	
8	1	4%	
9	2	8%	
10 ou mais	2	8%	
Total	26	100%	

O mapa e a tabela mostram que existem duas regiões que ficaram sem ligações diretas ao Centro: Santo Inácio e Alto Boa Vista. Como demonstrado no decorrer deste estudo a base para o planejamento das linhas é a definição dos Polos de Desenvolvimento. A localização desses influenciou diretamente na inexistência de ligações diretas a essas regiões.

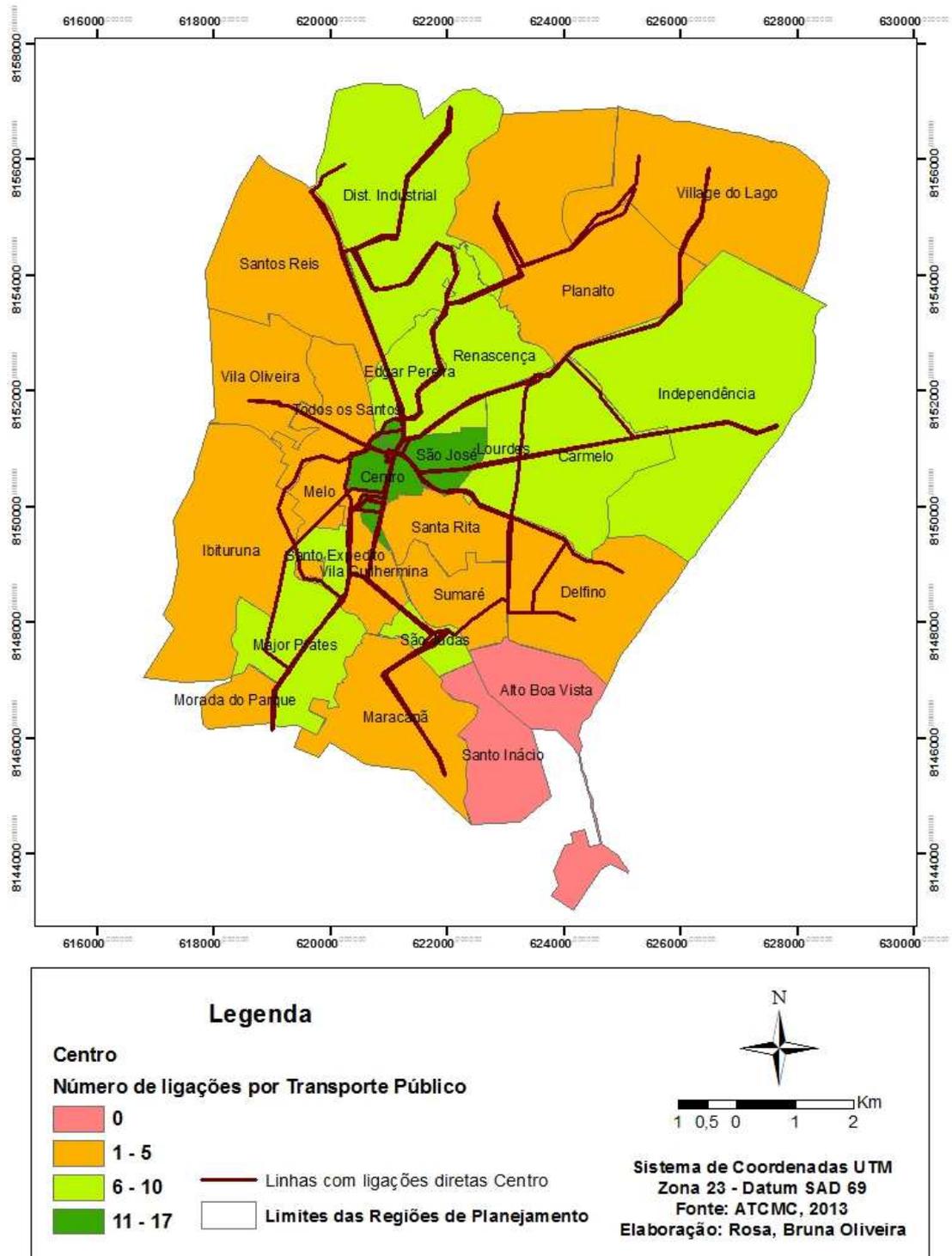


Figura 42: Linhas com ligações diretas ao Centro pela rede planejada

Portanto, o índice de oferta de transporte público para a região Central da cidade, notoriamente, na nova rede será inferior. O que para esse estudo não se caracteriza como um efeito negativo, pois é a proposição inicial do mesmo.

Se na rede atual 26 regiões são atendidas, na nova rede 24 passam a ser atendidas, um decréscimo de 8 % na cobertura de Transporte Público. O número de linhas anteriormente eram 27, agora passaram a ser 17 linhas.

Na rede presente atualmente no Distrito Industrial 69% das regiões não são ligadas diretamente ao polo, o que significa que apenas 8 regiões são atendidas por ligações diretas. A Tabela 9 apresenta as ligações e as linhas de ônibus que interligam o polo, atualmente 5 linhas fazem o trajeto.

Tabela 9: Número de Ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede atual

Distrito Industrial			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	18	69%	1601
1	2	8%	1701
2	0	0%	1702
3	1	4%	1703
4	5	19%	7102
Total	26	100%	

O mapa da Figura 43 mostra que a região sul é atendida passando pelo centro da cidade, os usuários que desejam ir para as demais regiões necessitam realizar transbordos. Considerando que o Distrito Industrial é um polo planejado, a promoção do mesmo incluiria linhas diretas a outras regiões.

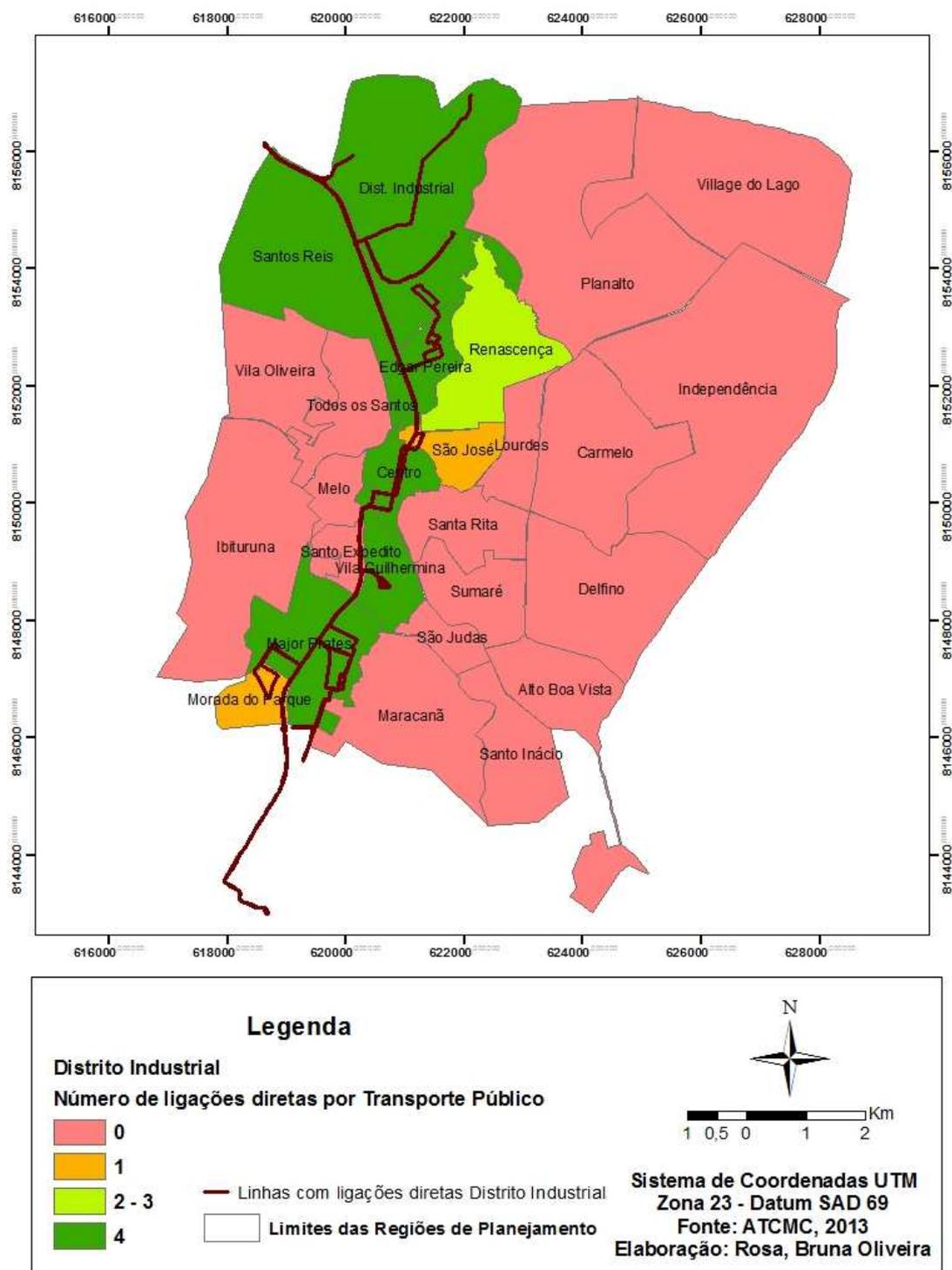


Figura 43: Linhas com ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede atual

Na nova rede o número de regiões sem ligações diretas foi reduzido, aumentando assim o índice de cobertura do Transporte público em 188%. Diferentemente dos polos consolidados, o polo Distrito Industrial teve um aumento muito mais evidente pois atualmente não recebe tanta oferta de transporte devido a sua

característica, ou seja os planejadores de transporte não conferem tanta importância, porque pela matriz OD realizada não era um local de grande demanda.

Tabela 10: Número de Ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede planejada

Ligações	Distrito Industrial		Linhas de ônibus	
	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	3	12%	1 R	3 T
1	3	12%	2 R	5 T
2	6	23%	10 R	1 L
3	5	19%	11 R	4 L
4	1	4%	12 R	5 L
5	1	4%	13 R	7 L
6	0	0%	14 R	6 L
7	7	27%	1 T	8 L
Total	26	100%	2 T	Circular 2

Na nova rede 18 linhas atendem a região sendo que na atual apenas 5 o fazem, um aumento considerável no quantitativo de linhas. O mapa da Figura 44 retrata também as linhas locais incluídas na nova rede, são no total 6 linhas locais. Algumas linhas radiais localizam-se próximo a divisão entre o polo Distrito Industrial e o polo Santos Reis, em virtude da Av. João XXIII de alto volume de tráfego e de grande importância para a cidade, por isso escolhida nesse estudo como local para acolher as linhas radiais.

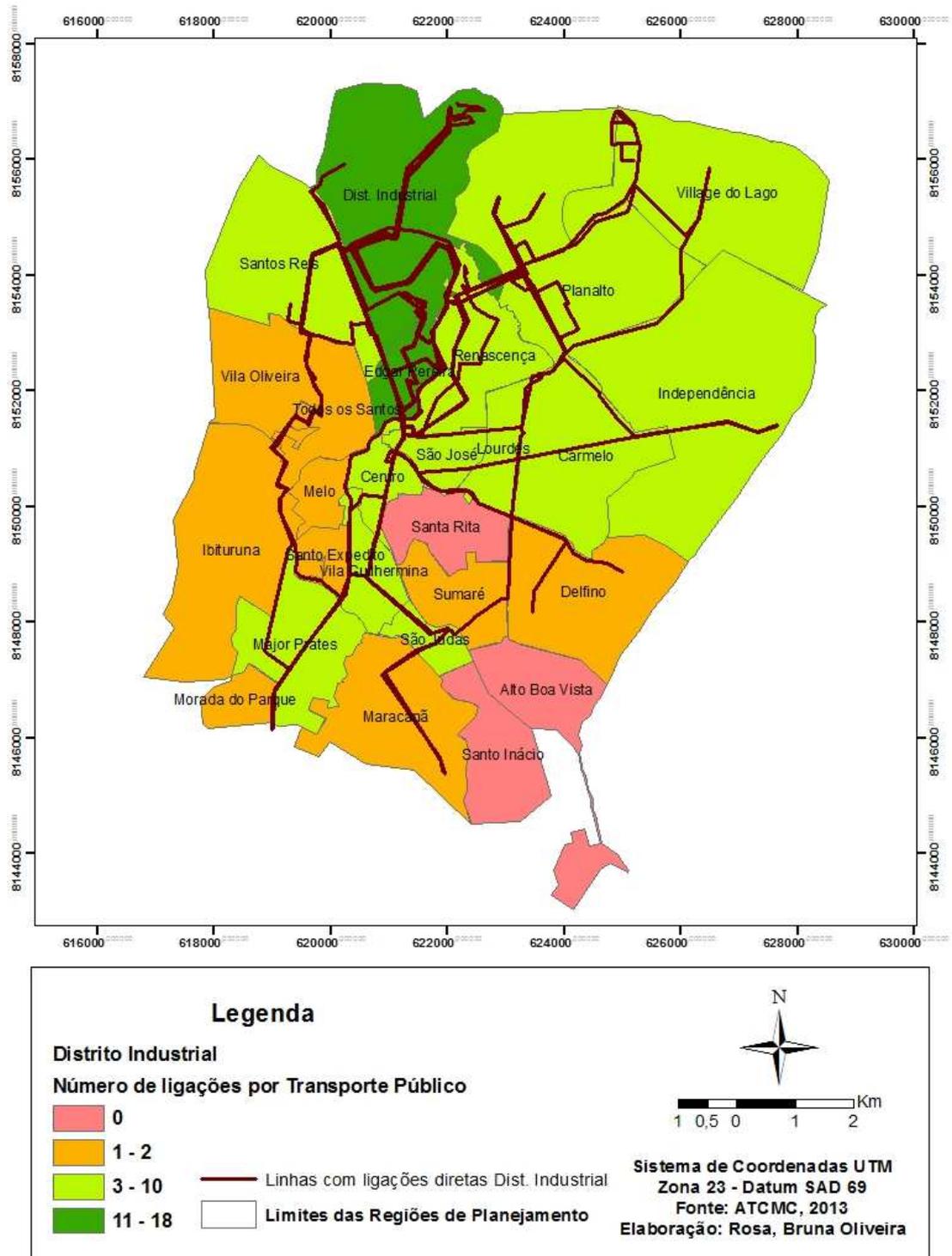


Figura 44: Linhas com ligações diretas ao Distrito Industrial pela rede planejada

No polo Village do Lago é possível observar que a rede atual é bem precária, tanto em linhas diretas, como em oferta de linhas, são no total 73% das regiões que não possuem uma ligação direta. Com apenas uma linha para atender a região, essa única linha faz ligação apenas com a região central e o extremo sul da cidade. Essa situação

traz um aumento considerável no tempo de viagem e no trajeto percorrido pelos moradores e frequentadores da região.

Por se tratar nesse estudo de uma região considerada como Polo Emergente, era esperado que a rede atual não ofertasse uma quantidade superior de linhas, pois esse tem uma característica que o difere dos demais polos consolidados e planejados: a carência de pontos de atração de viagens. No entanto, se houver esse estímulo para a região e começar a se pensar o crescimento de forma planejada, a oferta de Transporte Público é o principal passo para isso acontecer.

Tabela 11: Número de Ligações diretas ao Village do Lago pela rede atual

Ligações	Village do Lago		Linhas de ônibus
	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	19	73%	2601
1	7	27%	
Total	26	100%	

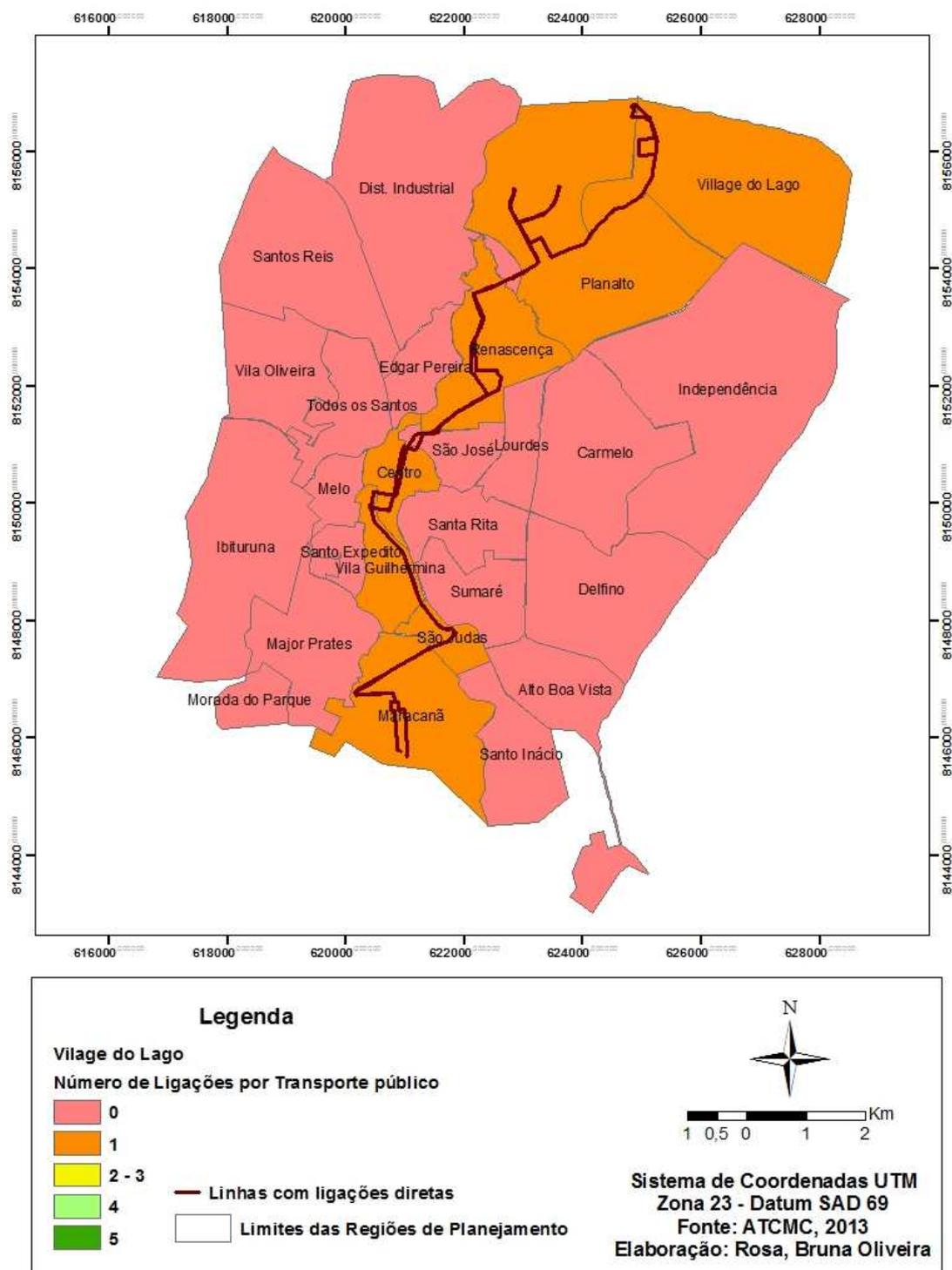


Figura 45: Linhas com ligações diretas ao Village do Lago pela rede atual

Na rede planejada através do Método RESET fica explícita a necessidade da promoção dessa região, pois, o índice de oferta do transporte público teve um aumento de 200% em relação à rede atual. Na nova rede são ofertadas 12 novas linhas sendo 5 delas linhas locais, 4 radiais e 3 transversais. Contribuindo para a independência nos

deslocamentos e estimulando a convergência da população para a região através da melhoria da acessibilidade.

Tabela 12: Número de Ligações diretas ao Village do Lago pela rede planejada

Village do Lago			Linhas de ônibus	
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	5	19%	3 R	9 T
1	9	35%	6 R	4 L
2	3	12%	7 R	20 L
3	2	8%	15 R	26 L
4	3	12%	2 T	27 L
5 ou mais	4	15%	5 T	
Total	26	100%	7 T	

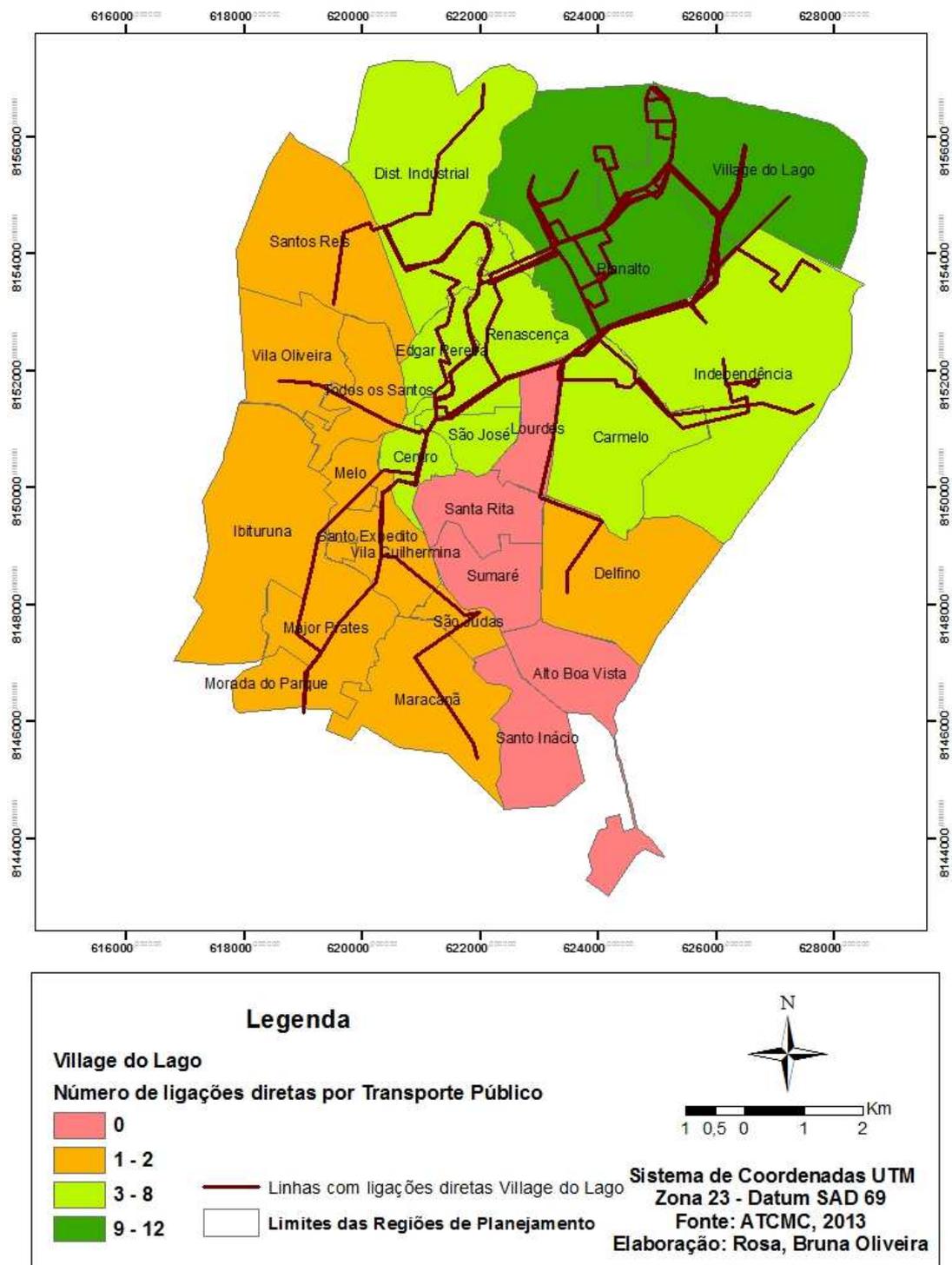


Figura 46: Linhas com ligações diretas ao Village do Lago pela rede planejada

E a Figura 47 e Figura 48 apresentam um mapa temático resumo do aumento das ligações diretas nas redes.

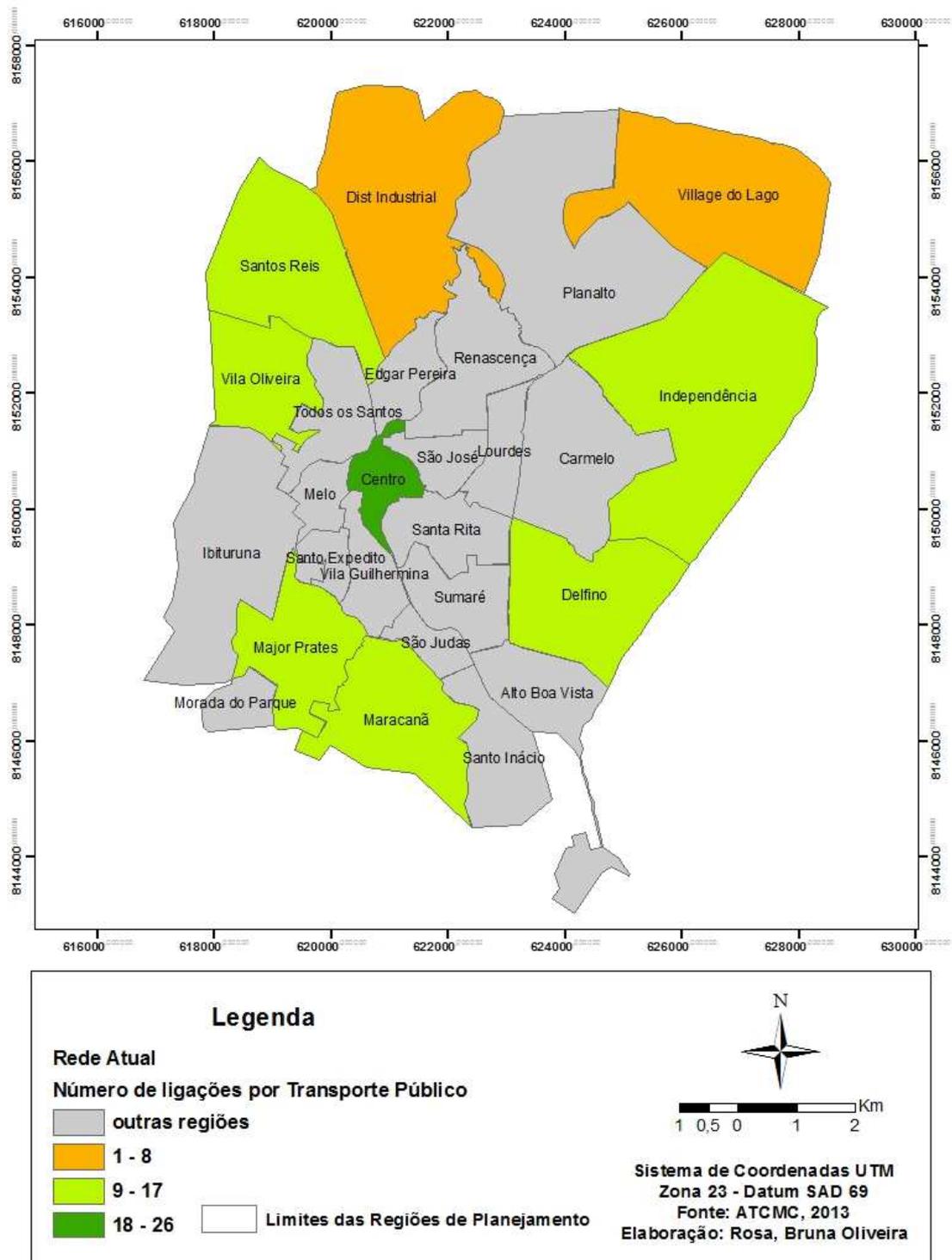


Figura 47: Número de regiões interligadas por linhas diretas em cada polo na rede atual

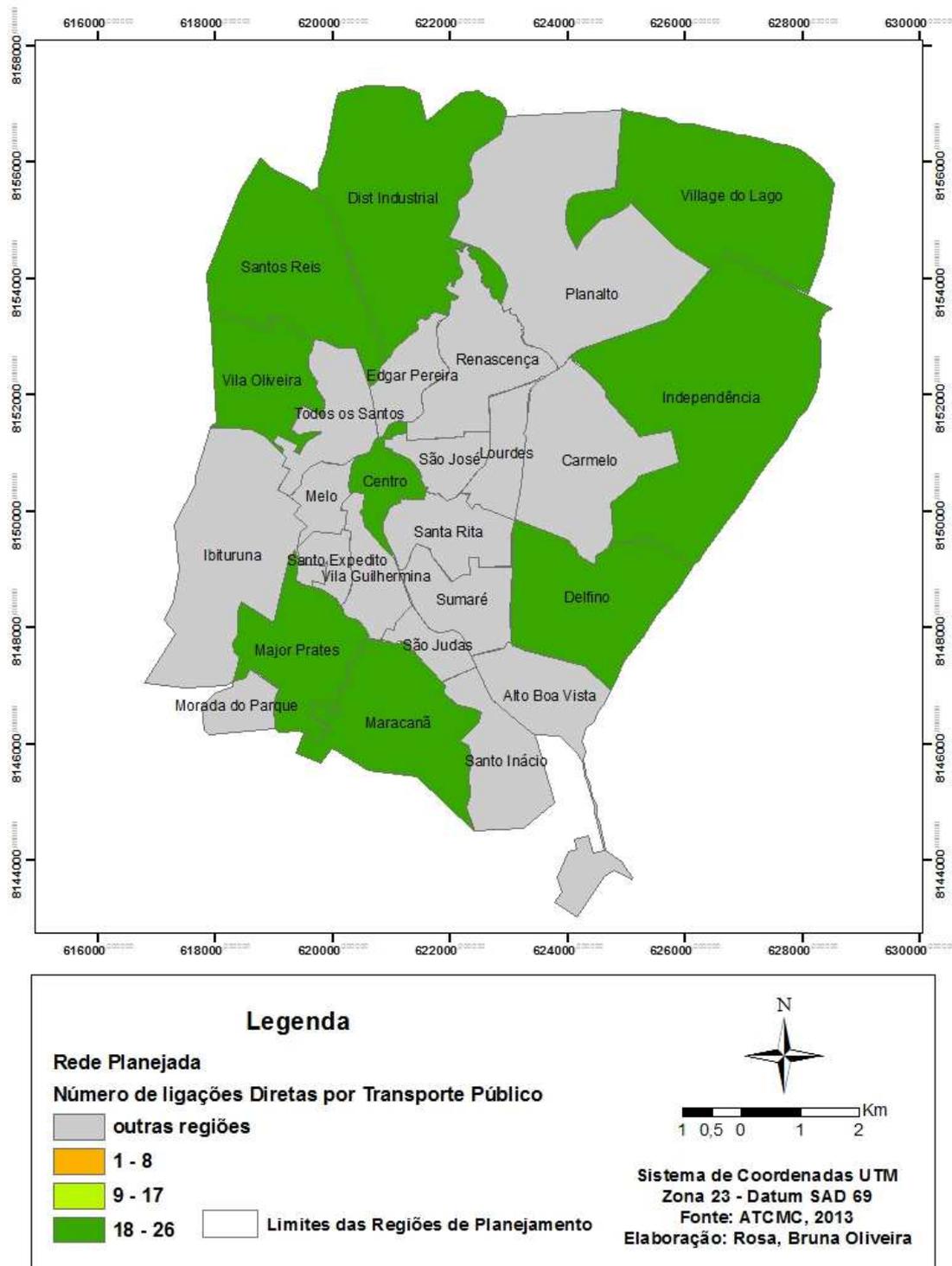


Figura 48: Número de regiões interligadas por linhas diretas em cada polo na rede planejada

Na análise geral da rede planejada, houve um aumento de 52% na oferta de transporte público. Um índice expressivo uma vez que o aumento no quantitativo de linhas seguiu a mesma tendência, passou-se de 37 linhas para um total de 57 novas linhas, cerca de 54% de aumento. Como o trajeto e comprimento das linhas se diferem,

o número de linhas de certa forma não se acentua como um indicador compreensível nesse momento.

Observou-se a redução de oferta do transporte apenas na região central da cidade, o que de fato não é um efeito negativo do Método, mas uma proposição muito clara e condizente. Na cidade de Montes Claros, diversos autores em suas pesquisas já reforçaram a dificuldade do centro da cidade em acomodar as atuais demandas de deslocamento, por suas características físicas e estruturais.

Além da separação geográfica já observada na periferia da cidade, essas ainda sofrem com a exclusão social e econômica. Leite e Pereira (2005) afirmam que quanto aos serviços urbanos, a cidade é marcada por uma visível desigualdade de infraestrutura, tanto de bens coletivos como de equipamentos urbanos. Apesar da oferta do serviço de transporte urbano se estender por toda a área urbana, a sua qualidade é bastante questionada pelos usuários. A discussão acerca da qualidade do transporte coletivo tem estreita relação com o crescimento espontâneo da cidade, haja vista o fato de as necessidades suplementares de circulação surgirem depois da trama urbana já estar estabelecida só agrava o problema da circulação. Falta de iluminação pública, de pavimentação e de arborização de ruas são problemas existentes na maioria dos bairros mais periféricos.

Uma característica incomum do sistema de Transporte Público de Montes Claros ainda interfere na relação sócio-espacial dessas regiões: o modelo de integração tarifário. O modelo existente na cidade permite integração tarifária apenas para determinadas linhas e em pontos específicos da região central, portanto não são todas as linhas que se integram. Esse modelo de integração tarifária penaliza os usuários que já estão em regiões consideradas pobres e miseráveis no momento em que não permite uma integração total da rede de Transporte Público da cidade.

Como o único modo de transporte público da cidade é o ônibus, não justifica essa penalização, uma vez que as tarifas cobradas pelas linhas não têm diferenciação. Observa-se, portanto, a adequação do sistema em benefício ao operador do transporte.

O modelo também influencia a ida dos usuários ao centro da cidade, transformando a região em um local de mero transbordo de passageiros, congestionando vias, e trazendo um impacto significativo no tempo de viagem dos passageiros.

7.2 Tópicos conclusivos

O problema relatado na cidade de Montes Claros é pertinente na maioria das cidades de porte médio. Há um enorme aumento das frotas de carros e motos, e essas cidades não foram dimensionadas para isso. Geralmente essas têm um centro antigo com vias estreitas, onde quase todo comércio se encontra.

O Método RESET traz a ideia de descentralização das cidades, através do planejamento do Transporte Público. Destaca-se a necessidade não apenas de reconhecer as novas morfologias de caráter multipolar das cidades — e por consequência de desenvolver uma metodologia de desenho de rede que coloque o atendimento desses polos também em primeiro plano — e não cause um excessivo convergir para as áreas centrais, mas também que sejam desenhadas em apoio à concretização dos objetivos e metas propugnados no planejamento urbano.

A rede planejada para Montes Claros nesse ensaio ilustrativo traz à tona a importância do aumento da acessibilidade nos/aos Polos de Desenvolvimento – novas centralidades, através do aumento das ligações diretas entre os polos.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no exposto nesta dissertação, pode-se concluir que a pesquisa alcançou os objetivos iniciais que eram utilizar o Método RESET em uma cidade média brasileira e apresentar as vantagens desse por meio de índices comparativos de acessibilidade. Algumas adaptações para realização desse ensaio ilustrativo se destacam, pois podem ser utilizadas para melhor entendimento e aplicação do Método.

Espera-se com os resultados promover a reprodução dos novos conceitos, e de alguma forma, sanar a carência de conhecimentos sobre a representação dos desenhos de redes de TP específico para cidades brasileiras.

Destaca-se que o ensaio ilustrativo aplicou o método para o desenho da rede, percebeu-se, a partir dessa aplicação, que o planejamento do transporte público deve anteceder qualquer modelo de otimização da rede, pois a cidade deve ser planejada, não otimizada. Isso porque o transporte deve ser interpretado em seu caráter estimulador do desenvolvimento urbano e para isso apenas as métricas utilizadas nas otimizações não são suficientes. Os dados devem ser interpretados de acordo com a estratégia delineada para a superação das disparidades sociais causadas pela falta de acessibilidade em regiões de baixa demanda.

A otimização virá com o objetivo de validar o planejamento e tornar a operação viável. Para as empresas operadoras, inicialmente, sem um estudo de otimização da rede, pode parecer inviável a operação de uma frota para uma demanda não existente, no entanto essa defasagem é compensada com o abastecimento da rede em outros locais. Além disso, as linhas locais tendem a ter trajetos curtos, ou seja, pode ser disponibilizada uma frequência adequada com uma frota menor de ônibus.

Como o modelo não discute, no desenho da rede, as demandas atuais de passageiros para criação da oferta, algumas linhas inicialmente terão baixa frequência, e poderão ser utilizados ônibus menores.

Respondendo ao questionamento levantado na problematização da pesquisa, percebe-se que, o Método torna-se ideal para as pequenas e médias cidades brasileiras, em função do seu caráter intuitivo. Sua implantação independe de tecnologias complexas de análise e operação de dados. Fornece a participação da população no processo de elaboração e validação da rede. Dessa forma o Transporte público será planejado para atender as necessidades de desenvolvimento da cidade.

Normalmente o processo de expansão das cidades brasileiras não ocorre por meio de um planejamento. Esse crescimento acontece de forma descontrolada e sem contribuição expressiva dos governantes no processo. Em Montes Claros, por exemplo, de acordo com a pesquisa realizada, a prefeitura tem uma participação no crescimento da cidade a partir da omissão. O setor imobiliário se apropria desse papel de indicador da expansão urbana, sem envolvimento forte e norteador dos governantes.

Começou a vigorar em abril de 2012 a lei nº 12.587/2012, de Política Nacional de Mobilidade Urbana. A nova lei concede prioridade aos meios de transporte não motorizados e aos serviços públicos coletivos, além da integração entre os modos de transporte urbano. Também exige que municípios acima de 20 mil habitantes elaborem um plano de mobilidade para ser integrado ao plano diretor, sob pena de perderem recursos públicos federais, tendo prazo máximo de três anos.

De acordo com a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU (2015) mesmo com a lei, municípios brasileiros caminham lentamente na elaboração dos planos de mobilidade urbana. Na reta final do prazo, 67% das capitais brasileiras e 95% do total de municípios acima de 50 mil habitantes não finalizaram as diretrizes das suas cidades. O Plano de Mobilidade é importante para as cidades, pois é um conjunto de cenários micro e macro-econômicos, com diretrizes baseadas na projeção do crescimento econômico e demográfico de uma cidade, possibilitando seu crescimento e desenvolvimento econômico, social e ambiental de forma adequada aos sistemas de transporte e serviços públicos.

Deverá ser condizente com a realidade que o país atravessa, para que os cidadãos possam ter acesso a bens e serviços por meio de um sistema de transporte público e privado adequados, com menos impacto negativo, possibilitando melhor qualidade de vida aos cidadãos. Os Planos de Mobilidade devem ser discutidos previamente com a população de forma integrada ao Plano Diretor. Esses evitam que os recursos federais sejam utilizados em obras eleitoreiras, sem alinhamento com as necessidades da população.

Dessa forma o Método RESET poderá ser integrado aos planos de Mobilidade das pequenas e médias cidades com o intuito de auxiliar na promoção do crescimento planejado dessas cidades apoiado ao desenvolvimento de uma malha urbana solidificada e melhor interpretação do uso do solo urbano. Uma premissa importante na aplicação do

método é a participação da população nas decisões sobre o planejamento da rede, característica essencial no desenvolvimento do Plano de Mobilidade.

Tendo uma metodologia específica a ser utilizada, os Planos deixam de ser cópias das estruturas existentes nas grandes metrópoles (muitas dessas falidas), e passam a ter sua característica apregoada nas diretrizes desenvolvidas.

Esse ensaio ilustrativo buscou, através dos fluxogramas utilizados na cidade de Montes Claros, enriquecer o processo de divulgação do Método RESET. Houve algumas limitações na realização da análise comparativa entre a rede atual e a proposta, uma das limitações foi a disponibilidade do software. O TransCAD 4.5, por limitação da versão utilizada, não reconhecia os transbordos das redes, impossibilitando, por exemplo, a análise das distâncias de viagem e número de transbordos. Outra limitação foi o tipo de matriz OD disponível para geração dos polos consolidados, uma vez que a matriz disponível era embarcada.

Como sugestão para trabalhos futuros, considera-se relevante o estudo de otimização da rede proposta, através da alocação das frotas e frequências, para verificar a viabilidade das linhas propostas, ou seja, a utilização das etapas acessórias descritas no Método.

Além disso, a aplicação de outros indicadores de acessibilidade que consigam trazer uma leitura mais incisiva da análise comparativa da nova Rede, como a avaliação do custo de deslocamento, tempo/distância de viagem, distâncias de caminhada até a linha mais próxima, número de transbordos, dentre outros.

Apesar dos aspectos positivos, o método ainda é pouco difundido na comunidade acadêmica, para superar isso, sugere-se a aplicação da metodologia em outras localidades, trazendo assim melhorias e maior divulgação.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, Wilson José de Souza, 1980, **Abordagem do problema das definição de rede intraurbana de rotas de ônibus**. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ATCMC., 2012, **Associação das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Montes Claros**. Acesso em 4 de agosto de 2013, disponível em <http://www.atcmc.com.br/2012>.

BANKS, J. H., **Introduction to Transportation Engineering**. WCB/McGraw-Hil, 1998.

BENEVOLO, L. **A cidade e o arquiteto**. Lisboa: Edições 70, 2006

BROWN, J.R. & Thompson, G.L. (2012). Should Transit Serve the CBD or a Diverse Array of Destinations? **Journal of Public Transportation**, Vol. 15, (1), pp. 1-18.

BRUTON, Michael J., **Introdução ao Planejamento dos Transportes**. Trad. João Bosco F. Arruda. São Paulo. Interciência/Edusp, 1979

CALIPER. **TransCAD User's Guide - Version 3.0 for Windows**. Newton, MA, Caliper Corporation, 1996

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; PAIVA, J. A.; D'ALGE, J. C. L. **Geoprocessamento: Teoria e Aplicações**. [on line]. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Maio, 2000

CASTELLS, M. **The rise of the network society**. 2 ed. Cambridge, Wiley-Blackwell Publishers, 2000.

CERVERO, Robert, **The Transit Metropolis**. Island Press, Washington, DC. USA, 1998

CHAKROBORTY, P., DWIVEDI, T., 2002. Optimal route network design for transit systems using genetic algorithms. **Engineering Optimization** 34 (1), 83–100.

CHUA, T.A., 1984. The planning of urban bus routes and frequencies: a survey. **Transportation** 12 (2), 147–172.

COSTA, M. DA S., 2008, **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. 248 f. Tese de D.Sc., Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CURY, A., **Organização e Métodos: uma visão holística**. 8 ed. São Paulo, Atlas. 2010.

DESAULNIERS, G., HICKMAN, M., 2007. Public transit. **Handbooks in Operation Research and Management Science**, 69–120.

FAN, W., MACHEMEHL, R., 2004. **Optimal transit route network design problem: algorithms, implementations, and numerical results**. Tech. Rep. SWUTC/04/167244-1, Center for Transportation Research, University of Texas.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2 ed. São Carlos, Rima, 2004

FRANÇA, I. S., 2012, **Aglomeração urbana descontínua de Montes Claros/MG: novas configurações Socioespaciais**, Tese de D.Sc., Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

FRANÇA, I. S., & SOARES, B. R., 2007, “Espaço Intra-urbano de uma cidade média e suas centralidades: Uma Análise de Montes Claros no Norte de Minas Gerais”. **Caminhos da Geografia** , pp. v. 8, n. 24, p. 75-9

FRANÇA, I., 2007, **A Cidade Média e suas Centralidades: O Exemplo de Montes Claros no Norte de Minas Gerais**, Dissertação de M. Sc., Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG , Brasil.

GONÇALVES, M. B., ALMEIDA, L. M. W., BEZ, E. T., 2000, Análise Comparativa de Alguns Modelos de Distribuição de Viagens Usados para Estimar Fluxos de Passageiros por Motivo Escola. **Anais do XI Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte**, Gramado, RS.

GUAN, J.F., YANG, H., WIRASINGHE, S.C., 2003. Simultaneous optimization of transit line configuration and passenger line assignment. **Transportation Research Part B** 40 (10), 885–902.

HENRIQUES, C. D. MAPUTO, **Cinco décadas de mudança territorial: o uso do solo observado por tecnologias de informação geográfica**. Lisboa: Cooperação Portuguesa, 2008. 238p.

HOGGART, K., 1973, **Transportation accessibility: some references concerning applications, definitions, importance and index construction**. Monticello, *Council of Planning Librarians: Exchange Bibliography* 482, 42p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2010, **Cidades**. Acesso em 14 de agosto de 2013, disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

INGRAM, D.R., 1971, The concept of accessibility: a search for an operational form. **Regional Studies**, 5(2): 101-7.

KNEIB, E. C., 2008, **Subcentros Urbanos: Contribuição Conceitual e Metodológica à sua definição e Identificação para Planejamento de Transportes**. Tese de D.Sc., Universidade de Brasília, Brasília, MG, Brasil.

LAPORTE, G., MESA, J., ORTEGA, F., & PEREA, F. (2011). **Planning rapid transit networks. Socio-Economic Planning Sciences** , 95-104.

LEBLANC, L., MORLOK, E., PIERSKALLA, W., 1975. An efficient approach to solving the road network equilibrium traffic assignment problem. **Transportation Research** 9 (5), 309–318.

LEITE, M. E.; BRITO, J. L. S., “Mapeamento da desigualdade socioeconômica de Montes Claros/MG”. **Estudos Geográficos**, v.9, n.2, p.21-33, jul./dez., 2011

LEITE, M. E; PEREIRA, A. M., “Expansão Territorial e os Espaços de Pobreza na cidade de Montes Claros”. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**, pp. 7475- 7486, São Paulo, Mar. 2005.

LEITE, M E., 2006, **Geoprocessamento aplicado ao estudo do espaço urbano: o caso da cidade Montes Claros / MG**. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG , Brasil.

LEITE, M. E., 2011, **Geotecnologias aplicadas ao mapeamento do uso do solo urbano e da dinâmica da favela em cidade média: o caso de Montes Claros/MG..** Tese de D.Sc.,Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

MAIA, D. S. Cidades Médias e Pequenas do Nordeste: Conferência de Abertura. In: LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (Orgs.) **Cidades Médias e Pequenas: Teorias, Conceitos e Estudos de Caso**. Salvador: SEI, 2010. p.15-41.

MANDL, C.E., 1979. **Applied Network Optimization**. Academic Press, London.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Cadernos do Ministério das Cidades. Brasília: MCidades/Governo Federal, 2004**

MONTES CLAROS ,2006,. **Editais de Licitação 0866/06**. Prefeitura de Montes Claros, Secretaria de Transportes.

MURRAY, A.T., 2003. A coverage model for improving public transit system accessibility and expanding access. **Anal of Operations Research** 123, 143–156.

NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, 2015, **Menos de 30% das principais cidades brasileiras possuem Plano de Mobilidade Urbana. Revista NTU Urbano**. Acesso em 5 de junho de 2016, disponível em <http://www.ntu.org.br/novo/ListaPublicacoes.aspx?idArea=9&idSegundoNivel=30>

OLIVEIRA, D de P. R. de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias, prática**. 10 ed. São Paulo, Atlas, 1996.

ORRICO FILHO, R. D., 2013, **Redes de Transporte Público Coletivo Urbano:Um Roteiro Metodológico para sua concepção**. In: Projeto de Pesquisa MCT/ CNPq Nº18/2009. Rio de Janeiro, RJ, 2013

PEREIRA, A. M., SOUTO, I. V. P., “Cidades Médias e sua Inserção nas Redes Globais: Um Estudo Sobre Montes Claros/MG”. **Anais do III Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão**, Montes Claros, Set. 2009.

PEREIRA, J. C. M. **Importância e significado das cidades médias na Amazônia: uma abordagem a partir de Santarém (PA)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém.

PERROUX, François. O conceito de polo de crescimento. In: FAISSOL, Speridião (Org.). **Urbanização e regionalização, relações com o desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 97-110.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTES CLAROS, Dados gerais da cidade. Montes Claros, 2012.

REIS, F. L. C.; REIS, J. O. S.; RUAS, F. R., “O bairro Santos Reis e o Centro de Montes Claros: O exercício de pesquisa como prática educativa”, **VI Congresso Norte Mineiro de Pesquisa em Educação**. Montes Claros, Ago 2014.

REZA, Z. F., ELNAZ, M., SZETO, W., & HANNANEH, R. (2013). A review of urban transportation network design problems. **European Journal of Operational Research**, 281-302.

SANTOS NETO, N. F., 2015, **Acessibilidade a serviços de saúde de média complexidade por transporte público: Proposta de indicador**, Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SARAIVA, M., **A Cidade e o Tráfego Uma Abordagem Estratégica**. 1 ed. Recife, Ed. Universitária da UFPE, 2000.

SARDINHA, D. F. R.; FRANÇA, I. S. “Diagnóstico do Trânsito na área central de Montes Claros/MG”. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.2, n.5, p.39-63, nov. 2010.

SCHAD, A. C.; ZAMPERLINI, F. L., 2010, **Reestruturação da mobilidade na cidade São Paulo: a escolha do transporte indutor do desenvolvimento**. 7º Concurso de Monografia CBTU 2010 – A Cidade nos Trilhos.

SILVA, A. N.R., LIMA, R.S., **Primeiros passos com um Sistema de Informações Geográficas para Transportes. Versão 2.0 para TransCAD 4.5**. Escola de Engenharia de São Carlos, USP e. Universidade Federal de Itajubá, 2007.

SILVA, A. N. R., 1998, **Sistemas de informações geográficas para planejamento de transportes**. Prof. Titular, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

SILVA, A. N. R., 2012, Transport geography in Brazil, **Journal of Transport Geography**, 22, 324-326

SILVA, A. L., 2013. Breve Discussão sobre o conceito de cidade média. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 5, n. 1 , p. 58-76.

SOARES, Nilton, 1982, **Determinação de itinerários de um sistema de transporte coletivo através de ônibus um processo aplicável em cidades de porte médio**. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOUZA Nali de Jesus de, 2005. **Teoria dos polos, regiões inteligentes e sistemas regionais de inovação**. *Análise* Porto Alegre v. 16 n. 1 p. 87-112 jan./jul. 2005

SPOSITO, M. E. B., Loteamentos fechados em cidades médias paulistas – Brasil. In: SPOSITO, E. S.; SPOSITO, M. E. B.; SORBAZO, O. (Orgs.). **Cidades médias: produção do espaço urbano e regional**. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

SPOSITO, M. E. B. Desafios para o estudo das cidades médias *In: Seminário internacional de la red iberoamericana de investigadores sobre globalización y territorio*, 11, 2010, Mendoza. **Anais...** Mendoza: UNCUYO - Universidad de Cuyo, 2010. p. 01-18.

VASCONCELOS, E. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**. São Paulo: Unidas, 1996.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP, 2001.

WACHS, M. & KOENIG, J.G., 1978, **Behavioural modelling, accessibility, mobility and travel need**. In: Hensher, D. & Stopher, P.R. (eds) *Behavioural Travel Modelling*, Croom Helm, London. p. 698-710.

WHITE, P. **Public Transport**. UCL Press. London, 1995.

XIE, F. AND LEVINSON, D., 2007, Measuring the Structure of Road Networks. **Geographical Analysis**, 39: 336–356.

XIONG, Y., SCHNEIDER, J.B., 1993. Transportation network design using a cumulative algorithm and neural network. **Transportation Research Record** 1364, 37–44.

YU, B., YANG, Z., CHENG, C., LIU, C., 2005. **Optimizing bus transit network with parallel ant colony algorithm**. In: Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 5, pp. 374–389.

ZHAO, F., GAN, A., 2003. **Optimization of transit network to minimize transfers**. Tech. Rep. BD015-02, Florida Department of Transportation, Center for Transportation Research, Florida International University.

ZHAO, F., UBAKA, I., 2004. Transit network optimization – minimizing transfers and optimizing route directness. **Journal of Public Transportation** 7 (1), 67–82.

ZHAO, F., ZENG, X., 2006. Simulated annealing–genetic algorithm for transit network optimization. **Journal of Computing in Civil Engineering** 20 (1), 57–68.

10 APÊNDICE A

Análise do Número de ligações diretas nos outros Polos de desenvolvimento

Analisando o polo Delfino, esse está localizado na região leste da cidade de Montes Claros/MG e apresenta em suas duas principais avenidas: A Manoel Magalhães Filho e a Neco Delfino uma variedade de comércios e prestação de serviços que atende as necessidades básicas da população local e adjacências, funcionando assim como um centro de compras. O polo Delfino representa a descentralização da cidade, pois se formou em uma região distante do centro principal potencializando o consumo da população ali instalada.

Na rede atual observamos que 9 regiões não são atendidas por ligações diretas, ou seja, 35% das regiões. A Tabela 13 apresenta o número de ligações no Delfino e as linhas que cobrem a região.

Tabela 13: Número de Ligações diretas ao Delfino pela rede atual

Delfino			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	9	35%	1501
1	7	27%	5101
2	4	15%	5303
3	3	12%	5601
4	1	4%	5801
5	0	0%	5802
6	1	4%	5902
7	1	4%	
Total	26	100%	

Pelo mapa da Figura 49 é possível observar que existem ligações diretas apenas para a região oeste da cidade, obrigando os usuários que desejam se deslocar para a região sul ou norte realizarem transbordos.

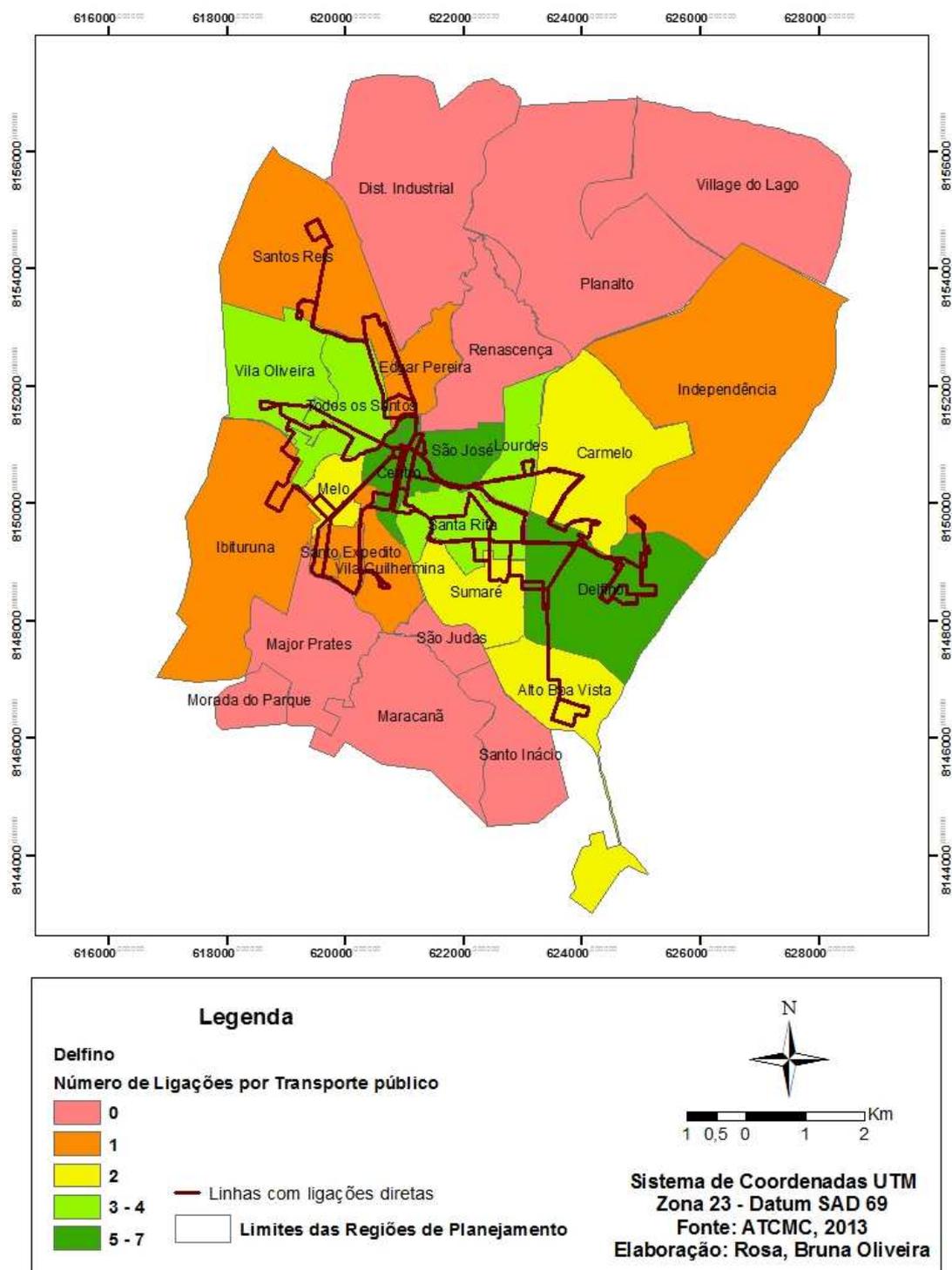


Figura 49: Linhas com ligações diretas ao Delfino pela rede atual

O que se observa de diferente entre a rede atual e a nova no polo Delfino é o número de regiões sem ligações diretas, na rede nova esse valor cai para 23%, ou seja, um aumento de 18% na cobertura das regiões.

Tabela 14: Número de Ligações diretas ao Delfino pela rede planejada

Ligações	Delfino		Linhas de ônibus	
	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	6	23%	1 R	19 L
1	9	35%	9 R	21 L
2	3	12%	13 R	22 L
3	4	15%	6 T	23 L
4	1	4%	8 T	30 L
5	2	8%	9 T	
6 ou mais	1	4%	10 L	
Total	26	100%		

Uma colocação importante ao analisar os polos é a inclusão das linhas locais no sistema de Transporte público. No sistema anterior não havia a definição desse tipo de linha.

As linhas locais vêm para aumentar o número de linhas em circulação e trazer para as regiões maior independência nos deslocamentos diários. No polo Delfino foram incluídas 6 linhas locais, conforme demonstra a Tabela 14. Anteriormente 7 linhas atendiam a região e na nova rede 12 linhas fazem esse atendimento, mais opções de deslocamento para o usuário.

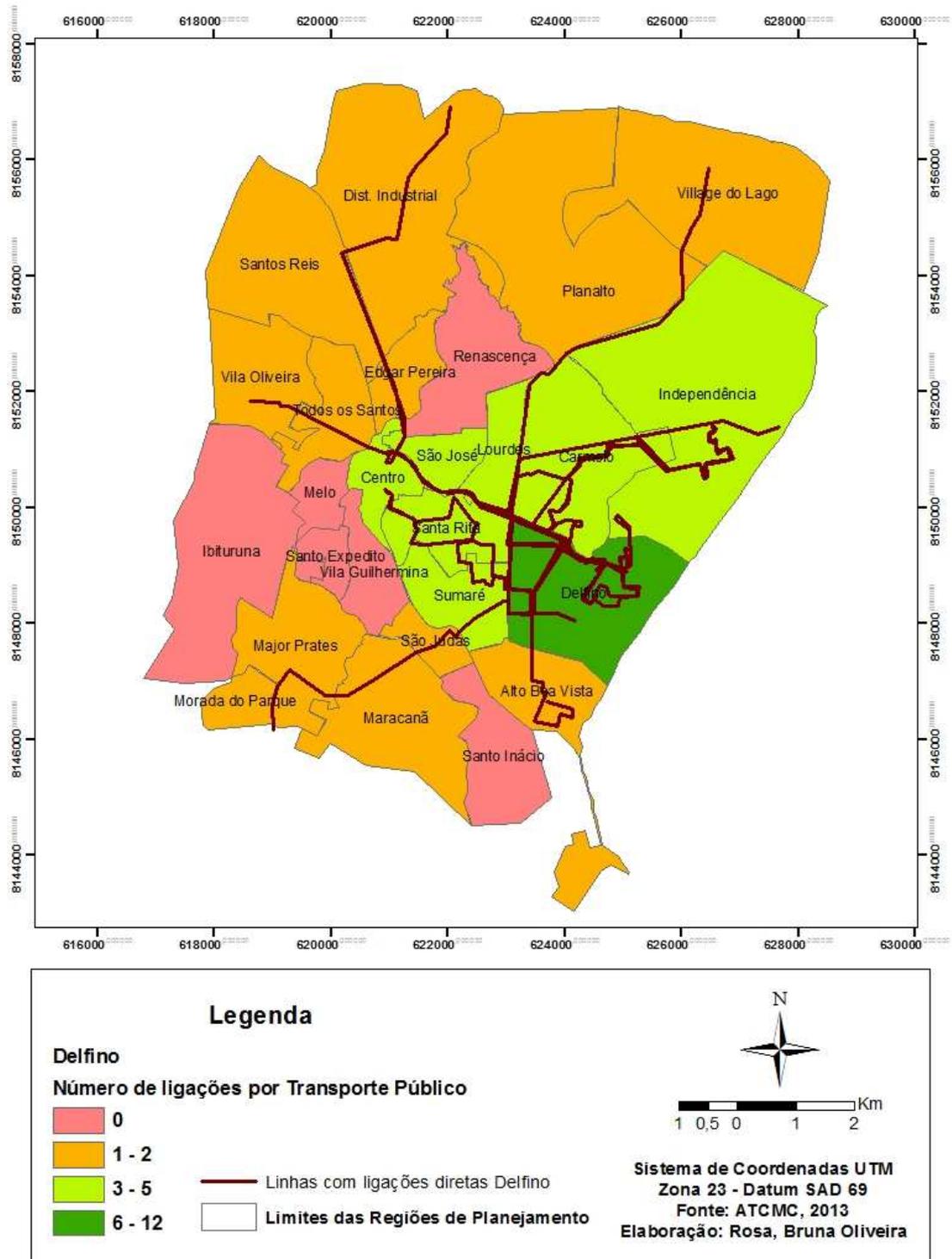


Figura 50: Linhas com ligações diretas ao Delfino pela rede planejada

Outro polo estudado foi o Independência, a região abriga o único aeroporto da cidade e da região norte mineira.

O número de loteamentos na periferia para população de baixa renda foi pequeno, tendo em vista que prevaleceu a ocupação de lotes vagos em outros

loteamentos de baixa renda, destacando o adensamento do bairro Independência, na área leste. Foi nessa mesma parte da cidade que se concentraram os novos loteamentos para atender as pessoas de baixo poder aquisitivo, que apresentam pequeno índice de ocupação, tendo a deficiência de infraestrutura urbana como o principal motivo da pequena procura por esses loteamentos.

Na rede atual 11 regiões estão sem ligações diretas ao polo Independência, sendo um total de 42% sem cobertura de transporte público direto.

Tabela 15: Número de Ligações diretas ao Independência pela rede atual

Independência			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	11	42%	1501
1	9	35%	3301
2	1	4%	3302
3	0	0%	4401
4	0	0%	4403
5	1	4%	4405
6	0	0%	4601
7	1	4%	5701
8	1	4%	6404
9	2	8%	
Total	26	100%	

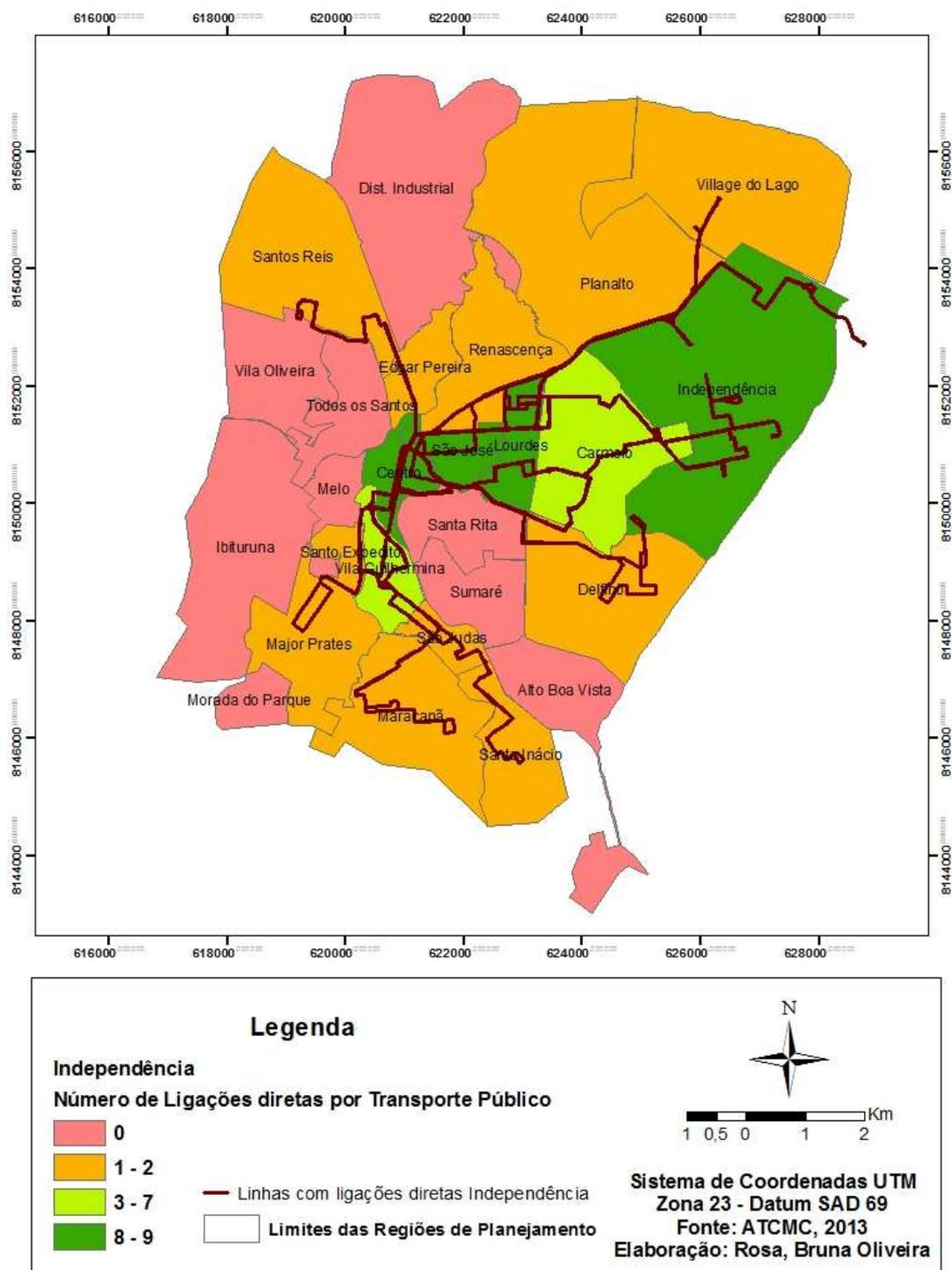


Figura 51: Linhas com ligações diretas ao Independência pela rede atual

Com a nova rede o índice de oferta do transporte teve um aumento de 33%. São 20 novas linhas na região, sendo 9 delas linhas locais que irão trazer maior poder de deslocamento para os usuários da região incentivando e estimulando o uso do espaço urbano ali reservado.

Tabela 16: Número de Ligações diretas ao Independência pela rede planejada

Ligações	Independência		Linhas de ônibus	
	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	6	23%	4 R	19 L
1	4	15%	7 R	20 L
2	5	19%	8 R	21 L
3	2	8%	10 R	22 L
4	0	0%	15 R	24 L
5	2	8%	16 R	25 L
6	1	4%	3 T	26 L
7	3	12%	7 T	28 L
8 ou mais	3	12%	8 T	29 L
Total	26	100%		

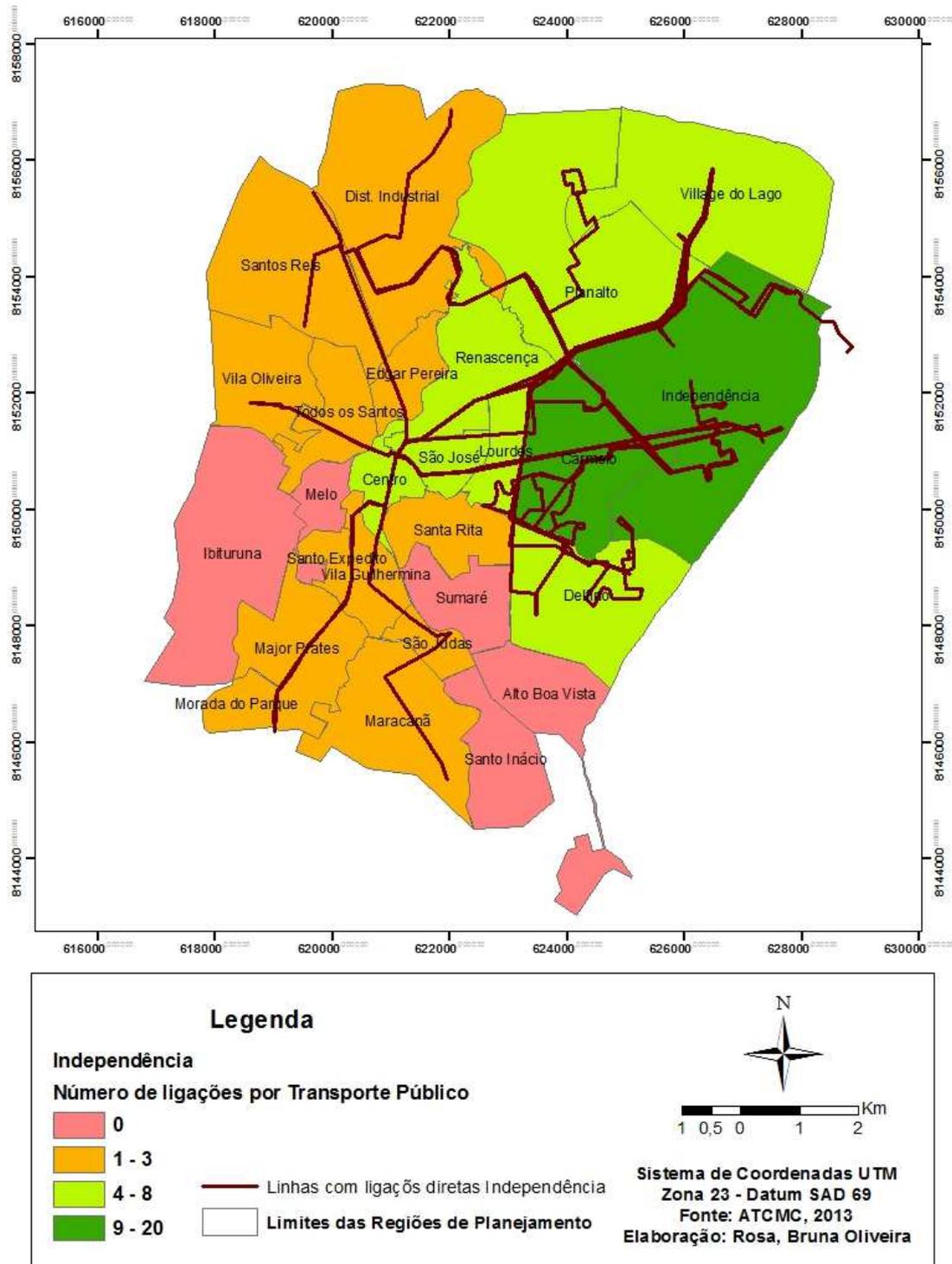


Figura 52: Linhas com ligações diretas ao Independência pela rede planejada

É perceptível o aumento da autonomia intra-regiões quando se confere a essas linhas locais. O Método RESET prega que a rede local deve ser mais do que um sistema voltado para o abastecimento da rede estrutural. Tal estrutura também é responsável

pelo atendimento dos deslocamentos locais, ou seja, deve prover o acesso entre os polos de desenvolvimento urbano de menor complexidade.

Na rede de transporte público atual da cidade, mesmo com grande potencial desenvolvedor, ainda existem 11 regiões não atendidas com linhas diretas e apenas 6 linhas fazendo esse atendimento no polo.

Tabela 17: Número de Ligações diretas ao Major Prates pela rede atual

Ligações	Major Prates		Linhas de ônibus
	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	11	42%	1701
1	7	27%	1702
2	1	4%	1703
3	2	8%	5701
4	3	12%	7102
5	1	4%	8201
6	1	4%	
Total	26	100%	

Através da análise da Figura 53, pode-se constatar a concentração de zonas com baixa acessibilidade na região nordeste da periferia da cidade, locais em que inexistem linhas com ligações diretas, com o agravante de que essas linhas apresentam baixas frequências e contribuem para o aumento dos tempos de viagem.

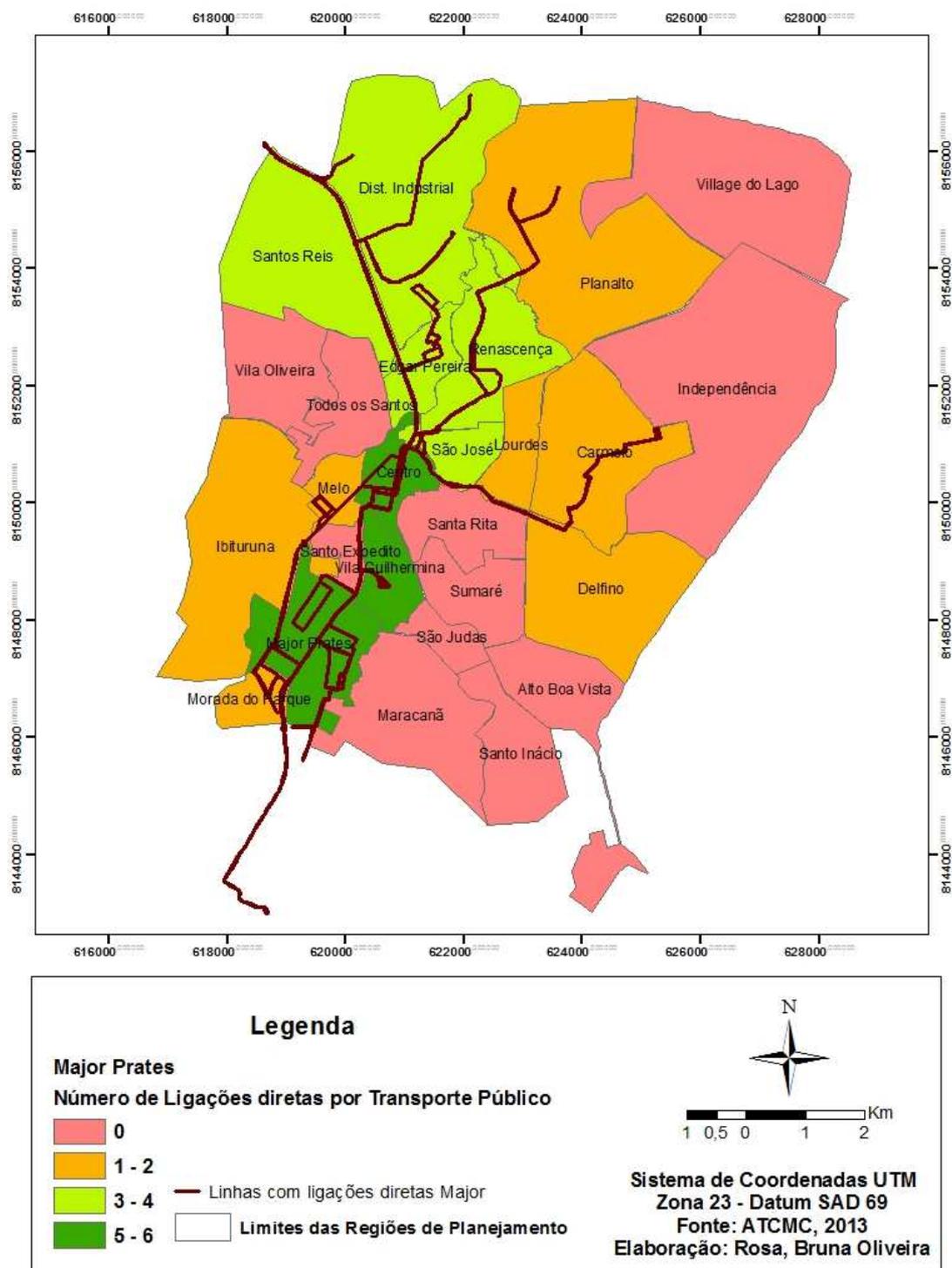


Figura 53: Linhas com ligações diretas ao Major Prates pela rede atual

França e Soares (2007) destacam em seu estudo que os eixos de circulação (ruas e avenidas), juntamente com o sistema de transporte coletivos (ônibus) e individual (automóveis, motocicletas e bicicletas), fazem a ligação do subcentro Major Prates com o núcleo central, atendendo moradores que se deslocam para outras áreas da

cidade, a fim de trabalhar, estudar, entre outros objetivos. Ou seja, um dos outros motivos da região ter se tornado um subcentro é a alta acessibilidade existente. Reforçando o que o Método aborda, sobre o aumento da acessibilidade através da melhoria no planejamento de Transporte Público, sendo esse planejamento primordial no desenvolvimento dos espaços urbanos.

Na nova rede, destacando essa importância do polo Major Prates para a cidade, apenas uma região não é atendida por linha direta, sendo assim um aumento de 67% no índice de oferta de transporte público na região. São 13 novas linhas, sendo delas 4 locais que fornecerão aos bairros acessibilidade aos centros locais e interligarão bairros contíguos ou relativamente próximos que não podem ser atendidos diretamente pelo sistema estrutural

Tabela 18: Número de Ligações diretas ao Major Prates pela rede planejada

Major Prates			Linhas de ônibus	
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	1	4%	2 R	11 L
1	3	12%	6 R	12 L
2	7	27%	12 R	13 L
3	6	23%	15 R	15 L
4	2	8%	16 R	Circular 2
5	4	15%	1 T	
6 ou mais	3	12%	4 T	
Total	26	100%	6 T	

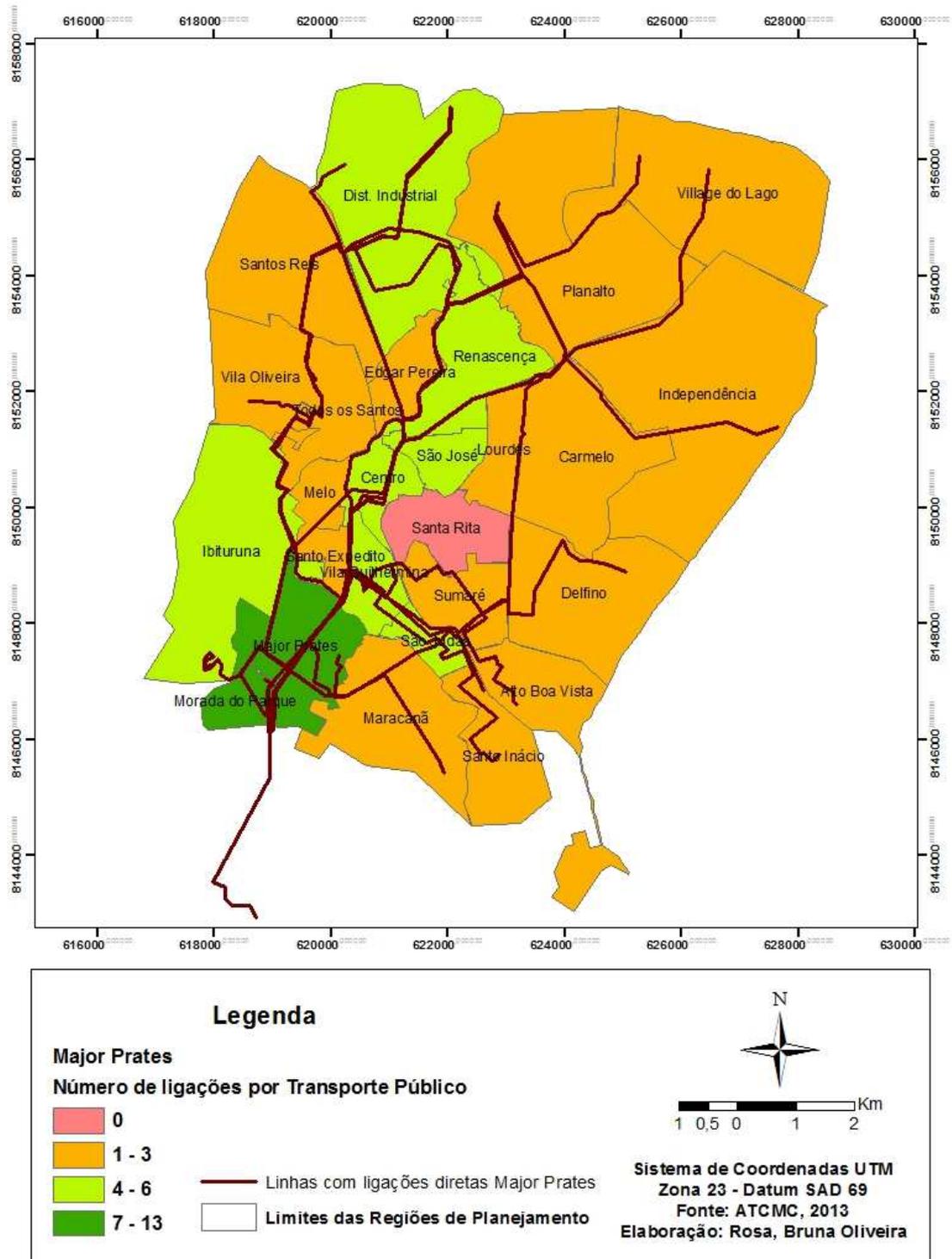


Figura 54: Linhas com ligações diretas ao Major Prates pela rede planejada

O polo Maracanã assim como o Major Prates é caracterizado como um subcentro econômico de Montes Claros. O subcentro Maracanã é uma importante centralidade na cidade média de Montes Claros estando localizado na zona sudeste de

Montes Claros /MG e tem como principal acesso as Avenidas Nossa Senhora de Fátima e Padre Chico.

Percebe-se neste subcentro uma grande variedade comercial com estabelecimentos vinculados a diversos ramos como: farmácias, supermercados, lojas de materiais de construção e vidraçaria. No estudo de França (2012) foi possível verificar através das entrevistas que os moradores do Subcentro Maracanã se deslocam até ao núcleo central esporadicamente, ficando até dois meses sem ir até o centro (tradicional) da cidade. Segundo a autora, o Maracanã como uma nova centralidade urbana, possui grande importância no espaço urbano em que se insere e encontra-se em ampla expansão. Esse fenômeno integra o atual processo de reestruturação urbana vivenciado por Montes Claro.

Na rede atual de transporte público o bairro tem ligações diretas com 12 outras regiões e é atendido por 5 linhas de ônibus. Apesar da proximidade do polo Maracanã e outros polos, como o Major Prates, por exemplo, não há existência de linhas que façam essa ligação direta. Na maioria das vezes, o deslocamento a pé, de alguns bairros, tem um tempo menor de viagem para o usuário do que se efetuasse a viagem realizando transbordo, na área central.

Tabela 19: Número de Ligações diretas ao Maracanã pela rede atual

Maracanã			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	14	54%	2601
1	8	31%	4601
2	0	0%	6604
3	1	4%	6607
4	0	0%	6901
5	3	12%	
Total	26	100%	

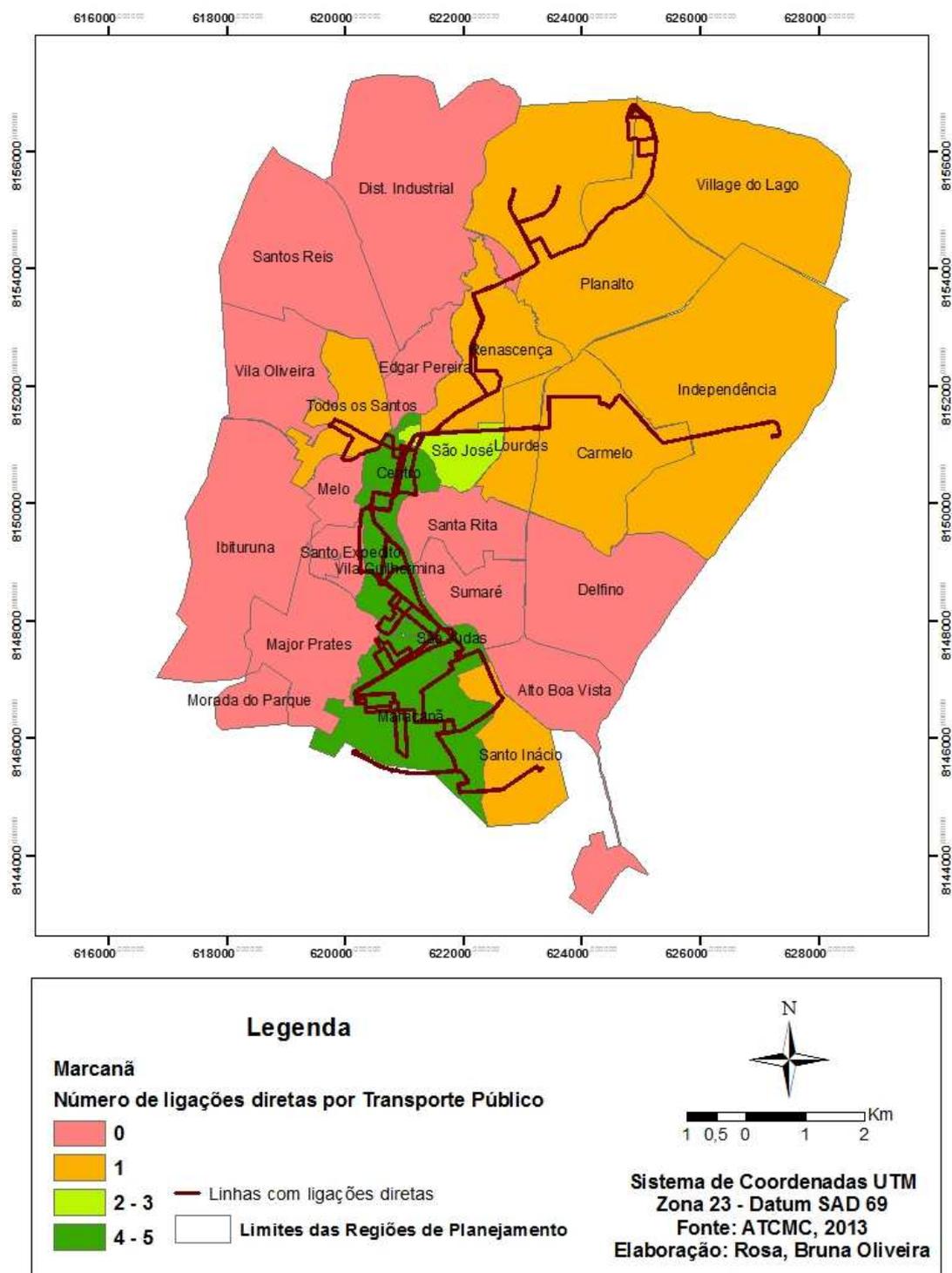


Figura 55: Linhas com ligações diretas ao Maracanã pela rede atual

A rede aqui planejada, considerando a característica expressiva do polo Maracanã de nova centralidade da cidade, traz a ligação direta desse a outros 23 polos, ou seja, um aumento no índice de oferta de transporte público de 92%. Além disso, na

nova rede são ofertadas, 11 linhas, sendo 4 delas, linhas locais que solucionam o problema de ligação entre bairros próximos, como visualizado na rede atual.

Tabela 20: Número de Ligações diretas ao Maracanã pela rede planejada

Ligações	Maracanã		Linhas de ônibus	
	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	3	12%	3 R	14 L
1	10	38%	4 R	16 L
2	6	23%	5 R	17 L
3	2	8%	11 R	18 L
4	1	4%	14 R	
5 ou mais	4	15%	4 T	
Total	26	100%	6 T	

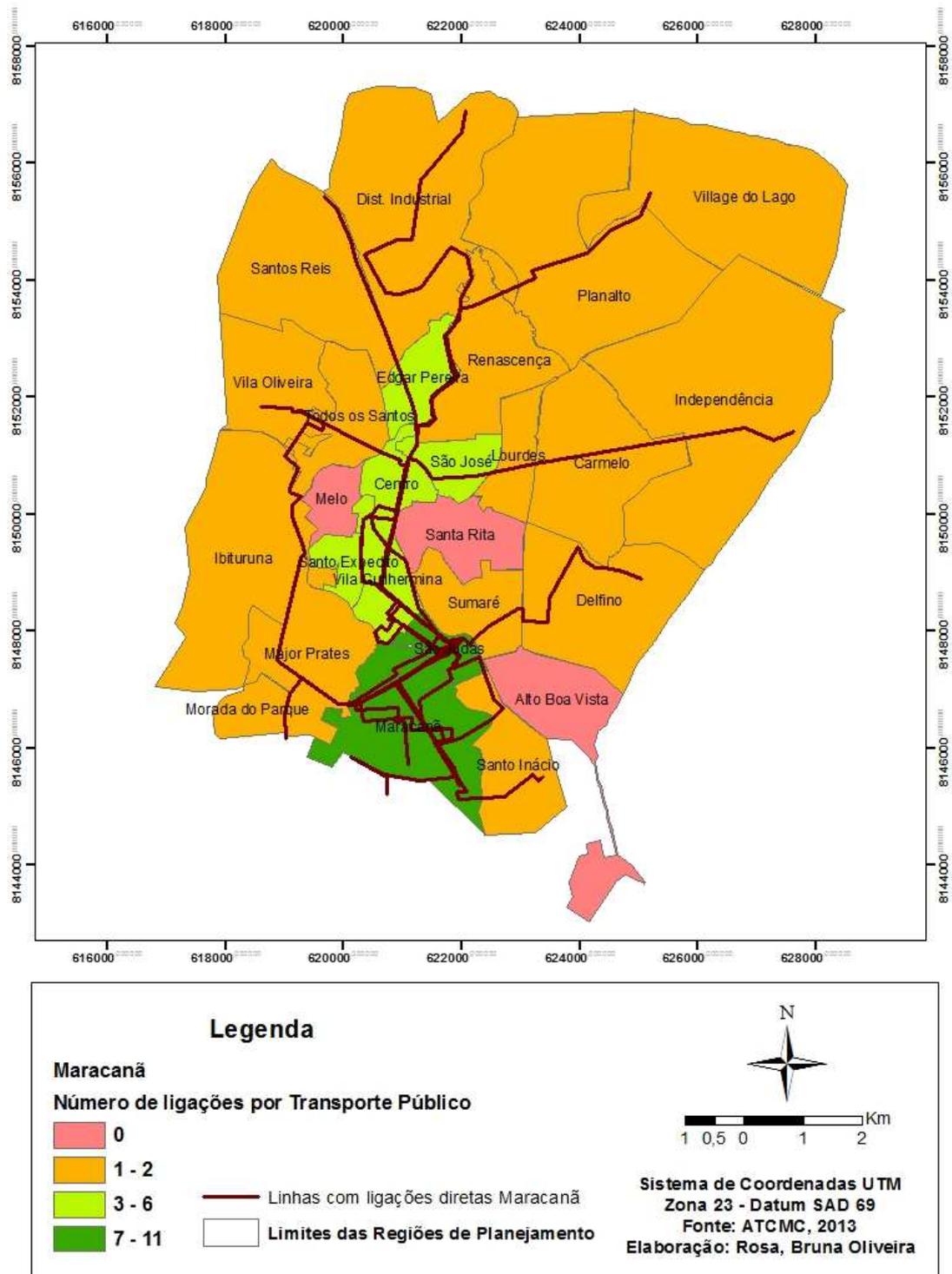


Figura 56: Linhas com ligações diretas ao Maracanã pela rede planejada

O polo Santos Reis também se caracteriza como um subcentro da cidade e está localizado na zona norte. Até os tempos atuais a região é marginalizada pelos habitantes da cidade, principalmente por ser periférica, pobre e apresentar um grau de violência grande (Reis *et al*, 2014).

Próximo ao Santos Reis foi implantado o Distrito Industrial, que atraiu trabalhadores para a região. Dessa forma, de acordo com Reis *et al* (2014), a região se caracteriza como operária e apresenta uma estrutura de “pequena cidade” revelando seu crescimento.

Na rede atual de Transporte público de Montes Claros 35% das regiões não são atendidas por linhas diretas, o que significa um tempo de deslocamento maior pela necessidade de transbordos e redução da acessibilidade para os moradores e freqüentadores da região. Atualmente 8 linhas ligam o polo a outras regiões da cidade.

A rede atual no Santos Reis apresenta o mesmo problema do polo Maracanã, regiões muito próximas que não conseguem realizar o trajeto direto ao polo, pela inexistência de linhas fazendo essa ligação, é o caso da região planalto, por exemplo, como pode ser observado no mapa da Figura 57.

Tabela 21: Número de Ligações diretas ao Santos Reis pela rede atual

Ligações	Santos Reis		Linhas de ônibus
	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	9	35%	1501
1	8	31%	1602
2	3	12%	1701
3	1	4%	1702
4	0	0%	1703
5	2	8%	5101
6	0	0%	7101
7	2	8%	7102
8	1	4%	
Total	26	100%	

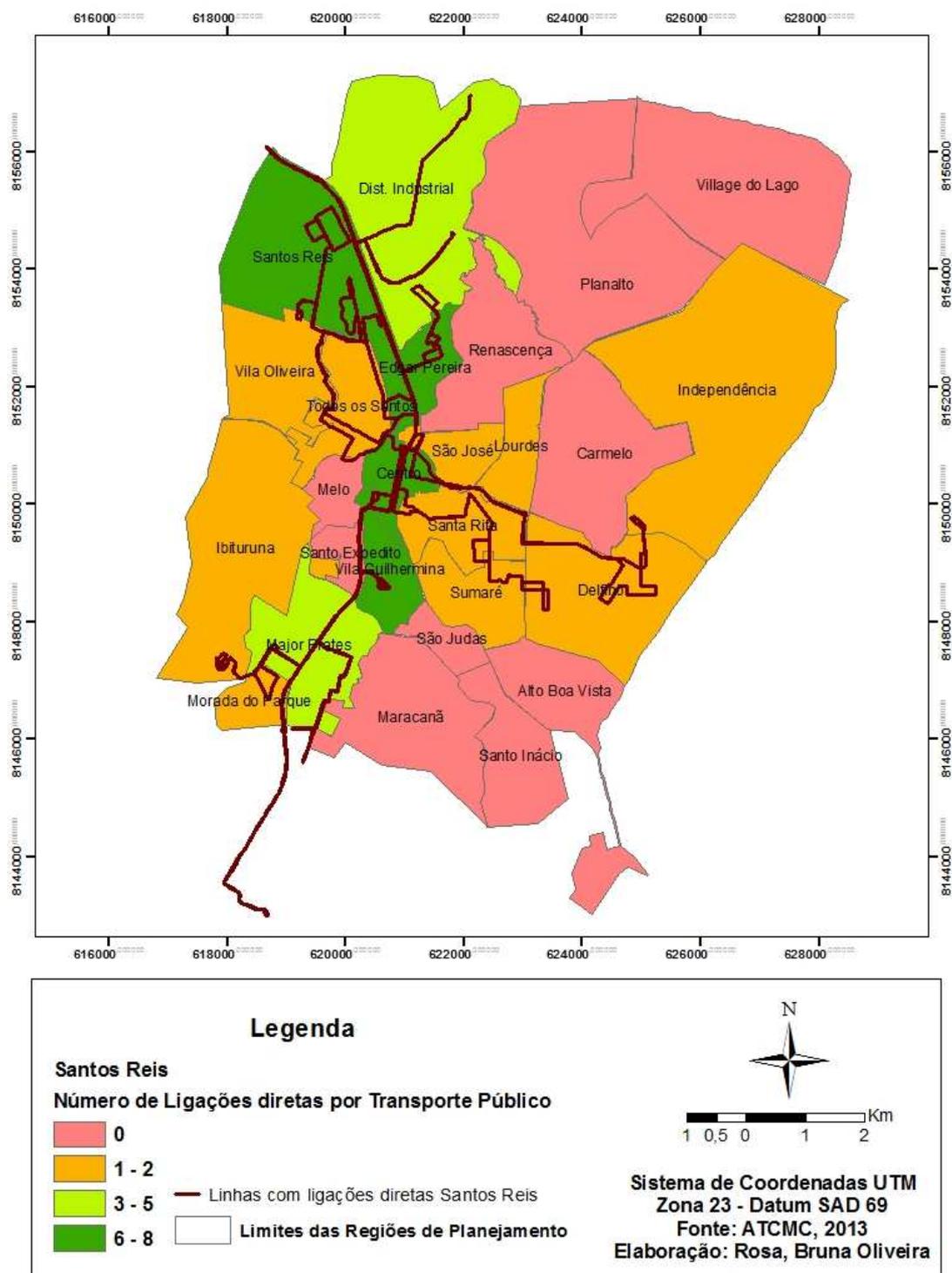


Figura 57: Linhas com ligações diretas ao Santos Reis pela rede atual

Na rede planejada são agora apenas 3 regiões não atendidas por linhas diretas, o que significa um aumento de 35% no índice de oferta do transporte público. São 12 novas linhas, sendo 4 delas locais, 2 transversais e 5 radiais. As linhas transversais

fazem as ligações diretas do Santos reis aos outros polos como o Major Prates e o Village do Lago.

Tabela 22: Número de Ligações diretas ao Santos Reis pela rede planejada

Ligações	Santos Reis		Linhas de ônibus	
	Número de ligações	Total de ligações (%)		
0	3	12%	1 R	1 L
1	5	19%	2 R	2 L
2	9	35%	10 R	3 L
3	3	12%	11 R	9L
4	2	8%	13 R	Circular 2
5	1	4%	1 T	
6 ou mais	3	12%	5 T	
Total	26	100%		

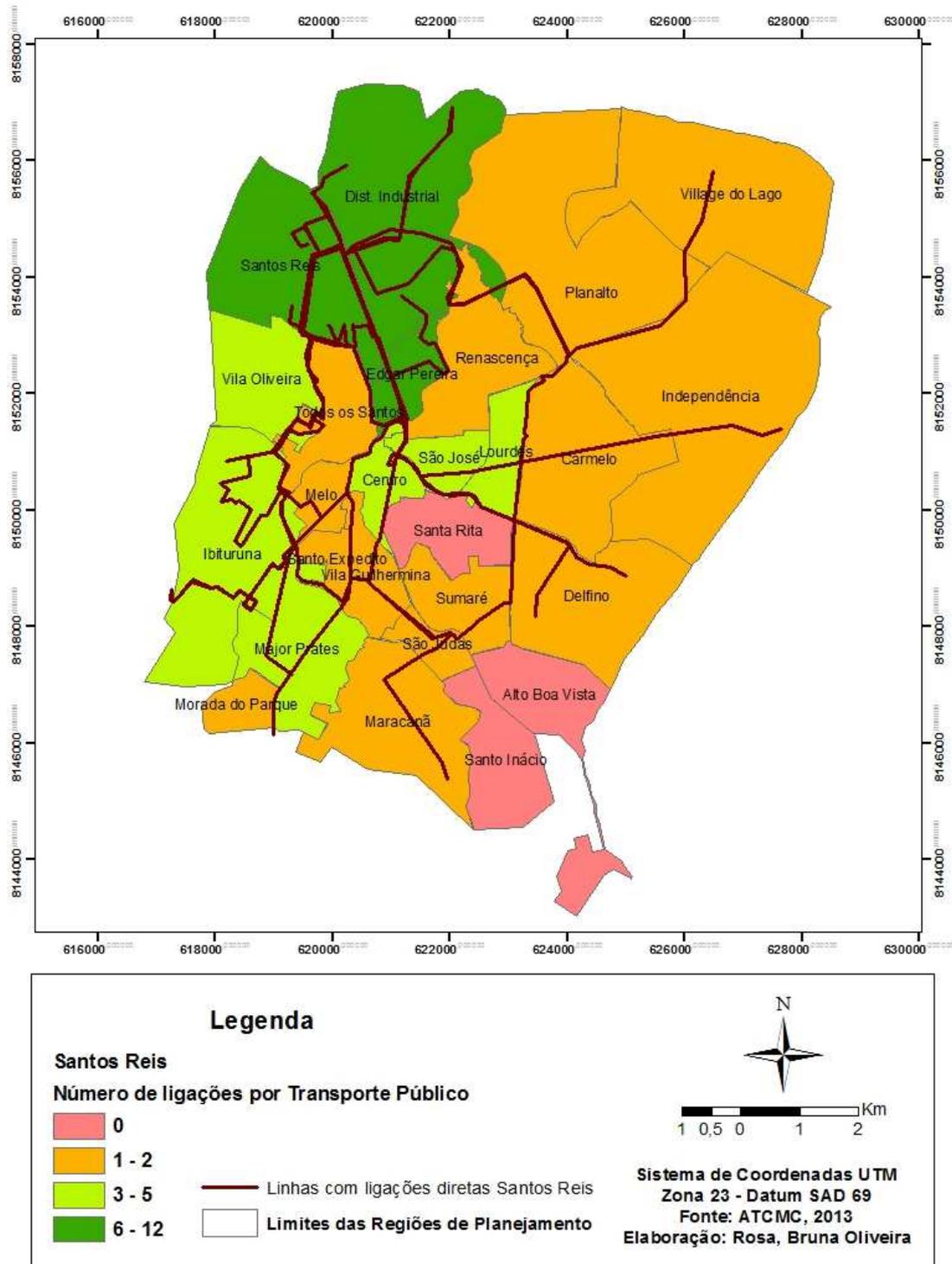


Figura 58: Linhas com ligações diretas ao Santos Reis pela rede planejada

O polo Vila Oliveira está localizado na região oeste da cidade, com maior proximidade ao centro. Apesar da região oeste de Montes Claros ser marcada por uma população de renda mais alta, especificamente o polo Vila Oliveira apresenta uma população de renda inferior, sendo classificada como uma região podre, de acordo com

Leite (2011). São no total 42% das regiões que não possuem uma ligação direta. Com apenas 5 linhas fazendo o atendimento à região. Pelo mapa da Figura 59 é possível ver que não ligações diretas entre o polo Vila Oliveira e as regiões norte e nordeste da cidade.

Tabela 23: Número de Ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede atual

Vila Oliveira			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	11	42%	5801
1	8	31%	5901
2	4	15%	5902
3	0	0%	7101
4	1	4%	9101
5	2	8%	
Total	26	100%	

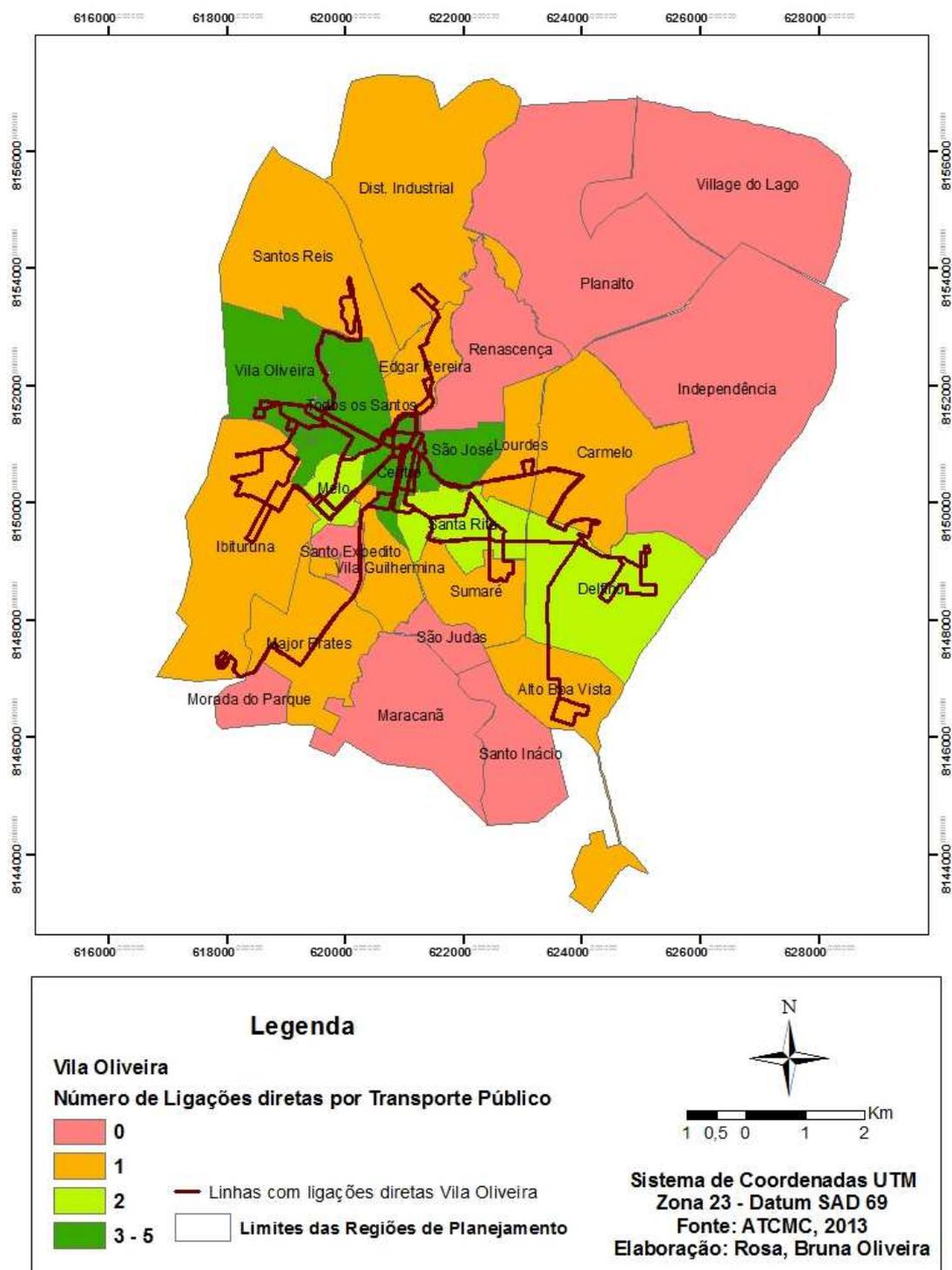


Figura 59: Linhas com ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede atual

Na próxima análise referente à rede planejada, o número de regiões sem ligações diretas caiu para apenas 15%. Sendo o índice de aumento de oferta de transporte público de 42%. Um aumento expressivo uma vez que foram incluídas

apenas 3 novas linhas, sendo uma dessas uma linha local que atende as necessidade de acesso na região oeste da cidade.

Tabela 24: Número de Ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede planejada

Vila Oliveira			Linhas de ônibus
Ligações	Número de ligações	Total de ligações (%)	
0	4	15%	5 R 2 L
1	7	27%	7 R Circular 2
2	7	27%	8 R
3	4	15%	9 R
4	2	8%	1 T
5 ou mais	2	8%	4 T
Total	26	100%	

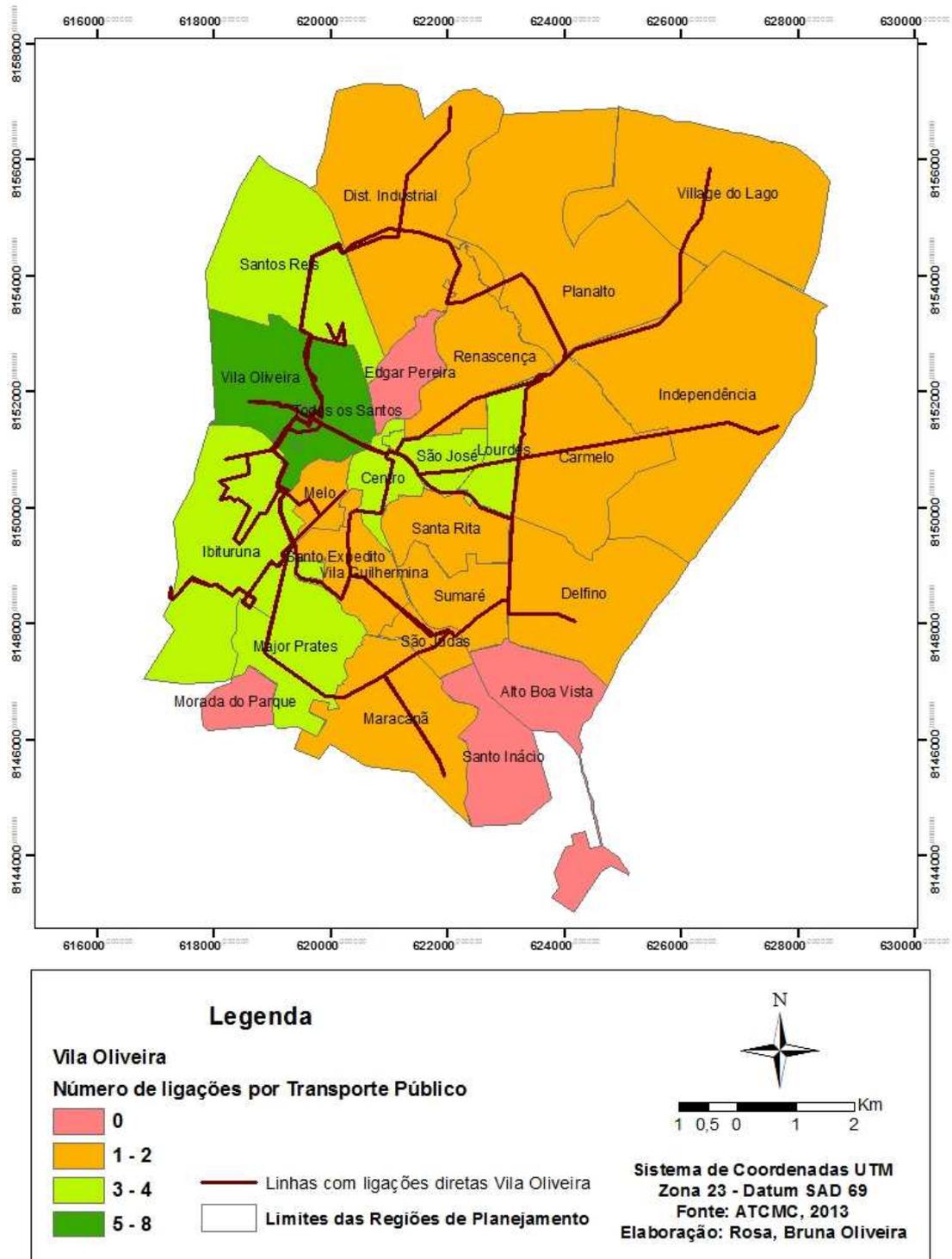


Figura 60: Linhas com ligações diretas ao Vila Oliveira pela rede planejada