

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EDUARDO BUENO LINARES

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM SANEAMENTO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE LONDRINA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2017

EDUARDO BUENO LINARES

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM SANEAMENTO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE LONDRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista

LONDRINA
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Indicadores de Sustentabilidade em saneamento na Região Metropolitana de Londrina

por

Eduardo Bueno Linares

Monografia apresentada no dia 22 de Junho de 2017 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Tatiane Cristina Dal Bosco
(UTFPR)

Prof. Dr. Ajadir Fazolo
(UTFPR)

Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente pois eu nada seria e a não teria capacidade de realizar se não fosse através da graça e misericórdia que Ele tem sobre minha vida. Aos meus pais que durante todo o tempo de graduação estiveram presentes apoiando e dando conselhos sobre a melhor decisão a ser tomada. A minha namorada que me deu suporte por todo o período, sabendo me ouvir e sendo uma conselheira na minha vida. Aos meus familiares que sem a presença deles seria impossível eu chegar até este ponto.

Aos professores da UTFPR-Londrina, especialmente a Dra. Lígia Batista por ter me orientado não apenas neste, mas em outros períodos da graduação compartilhando comigo seus conhecimentos que serão de grandiosa importância para minha carreira. Aos meus colegas de curso, em especial a sétima turma a qual é/foi importante em todo o período de graduação.

Agradeço também aos professores da *Portland State University* que compartilharam comigo seus conhecimentos possibilitando que eu adquirisse conhecimentos valiosos a minha carreira e pessoa. A minha *student advisor* Michelle Miller pois sem ela o intercâmbio não teria tido tanto sucesso. E aos meus amigos de Portland, especialmente o Dr. Arlindo Lopes e sua esposa Adriana que em todos os momentos compartilharam suas experiências me fazendo crescer como estudante e pessoa.

“[...] sabendo Jesus que já era chegada a sua hora de passar deste mundo para o Pai, como havia amado os seus, que estavam no mundo, amou-os até o fim” (João 13:1)

RESUMO

LINARES, Eduardo Bueno. **Indicadores de Sustentabilidade em saneamento na Região Metropolitana de Londrina**. Londrina, 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

Indicadores de sustentabilidade foram criados pela Organização das Nações Unidas a partir da promulgação da Agenda 21 e têm como atribuição o auxílio no planejamento de cidades e nações. Estudar tais indicadores de uma região metropolitana é de suma importância para o planejamento sustentável da mesma. A região em estudo foi a Região Metropolitana de Londrina (RML), que influencia nos cenários econômicos, demográficos, sociais do estado do Paraná. Dados que possibilitam a avaliação dos indicadores são coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em todo território nacional por meio de censos demográficos. O saneamento, objetivo de estudo deste trabalho, é uma das categorias utilizadas para mensurar índices de qualidade de vida. Este trabalho objetiva analisar a variabilidade espacial dos indicadores do saneamento na RML, e para isto foram utilizadas ferramentas como as métricas de Moran e LISA, em conjunto com mapas temáticos, coeficientes de Pearson, gráficos de dispersão, análise exploratória. É importante destacar que 14,3% dos setores censitários são rurais e 87,3% são urbanos. Por meio das análises foi possível verificar um padrão de distribuição para urbano e rural o qual mostrou que o abastecimento de água e esgoto via rede geral, e coleta de resíduos sólidos por empresa coletora; sendo aproximadamente 67%, 52% e 69% dos setores censitários respectivamente. Por outro lado, áreas rurais apresentam padronização para abastecimento de água via poço ou nascente com aproximadamente 16% dos setores, esgotamento via fossa rudimentar com 30% dos setores e queima dos resíduos em aproximadamente 15,34% dos setores. Por meio dos gráficos de dispersão para a influência de dados socioeconômicos, como renda e escolaridade, demonstrou-se que não há tendências para o fornecimento dos serviços. Em adição, a análise temporal entre os censos de 2000 e 2010 apontou avanços no abastecimento de água e esgotamento sanitário via rede geral e coleta de resíduos sólidos por empresa coletora para a cidade de Londrina.

Palavras-chaves: Análise Espacial. LISA. Moran. Pearson. Gestão de cidades.

ABSTRACT

LINARES, Eduardo Bueno. **Sustainability Indicators in sanitation in Londrina Metro Area**. Londrina, 2017. Thesis. Environmental Engineering – Technologic Federal University of Parana, Londrina.

Sustainability indicators was made by United Nations as a product of Agenda 21, and it help in cities and nations' planning. The study of these indicators in a metro areas is important for the sustainable planning of them. The center of this study was the Londrina metro area which has influence in the state scenario. The database is provided by a Brazilian Institute which collect those data by a demographic census that is done each 10 years. The sanitation, object of this thesis, is one of the categories that help in the formulation of a life qualities' index. To reach the objectives of this thesis were uses tools as Moran's index and LISA, thematic maps, Pearson coefficients, scatter plots and exploratory data analysis (EDA). It's important to highlight that 14.3% of the census tracts are rural and 87.3% are urban tracts. Through the analyzes was possible to verify a pattern distribution for urban and rural, which showed that the water supply and sewage via general network, and solid waste collection by a collecting company with approximately 67%, 52% and 69% of the census tracts respectively. On the other hand, rural areas show a standardization for water supply via well or river spring with approximately 16% of the tracts, sewage via rudimentary septic tank with 30% of the census sectors and the burning of the residues in approximately 15.34% of the sectors. By means of scatter plots for the influence of socioeconomic data, such as income and schooling, it has been shown that there are no trends for the provision of services. In addition, the temporal analysis between the census of 2000 and 2010 indicated advances in water supply and sanitary sewage through general network and solid waste collection by a collecting company in the city of Londrina.

Key-words: Spatial analysis. LISA. Moran. Pearson. Cities' management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Municípios da RML.....	4
Figura 4 – Ilustração da autocorrelação espacial.....	13
Figura 5 - Pseudo-distribuição.....	15
Figura 2 – Fluxograma da metodologia aplicada.....	16
Figura 3 - Distribuição dos setores censitários nos bairros em Londrina	18
Figura 6 - Histogramas para as variáveis do saneamento. (a) abastecimento de água via rede geral; (b) esgotamento via rede geral; (c) coleta de resíduos sólidos urbanos.	22
Figura 7 – Abastecimento de água via rede geral na RML em 2010.....	23
Figura 8 – Esgotamento sanitário via rede geral na RML em 2010.....	24
Figura 9 – Coleta de resíduos sólidos urbanos na RML em 2010.....	25
Figura 10 – Setores com valores extremos do saneamento na RML em 2010	26
Figura 11 – Cores presentes na distribuição espacial do LISA	27
Figura 12 – Ilustração dos quadrantes da autocorrelação de Moran I	28
Figura 13– Diagrama de espalhamento da métrica de Moran para os dados de abastecimento de água. (a) via rede geral; (b) via poço ou nascente na propriedade; (c) via armazenamento em cisterna; (d) outros tipos.....	29
Figura 14 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via rede geral.....	30
Figura 15 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via poço ou nascente na propriedade	31
Figura 16– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via armazenamento em cisterna.	31
Figura 17– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via outros tipos.	32
Figura 18 – Diagrama de espalhamento da métrica de Moran I para os dados de esgotamento sanitário. (a) via rede geral; (b) via fossa séptica; (c) via fossa rudimentar; (d) via vala; (d) via emissário e (f) outros tipos	33
Figura 19 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via rede geral.....	35
Figura 20- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via fossa séptica.....	36

Figura 21- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via fossa rudimentar.	36
Figura 22- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via vala.	37
Figura 23 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via emissário.	37
Figura 24 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário outros tipos.	38
Figura 25 - Mapa dos limites dos municípios da RML.	38
Figura 26– Diagrama de espalhamento da métrica de Moran para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos. (a) empresa coletora; (b) queima; (c) enterro; (d) lançamento em terrenos baldios; (e) lançamento em corpos d’água e (f) outros tipos.	40
Figura 27– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por empresa coletora.	42
Figura 28 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por queima.	42
Figura 29 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por enterro.	43
Figura 30 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por lançamento em terrenos baldios.	43
Figura 31 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por lançamento em corpos d’água. ...	44
Figura 32 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por outros tipos.	44
Figura 33 – Mapa limites dos municípios da RML.	45
Figura 34 – Gráfico de Dispersão entre parâmetros socioeconômicos e saneamento. (a) Abastecimento de água e escolaridade; (b) Abastecimento de água e renda; (c) Coleta de esgoto sanitário e escolaridade; (d) Coleta de esgoto sanitário e renda; (e) Coleta de resíduos sólidos urbanos e escolaridade; (f) Coleta de resíduos sólidos urbanos e renda.	47
Figura 35– Evolução do abastecimento de água em Londrina.	49

Figura 36 – Evolução esgotamento sanitário em Londrina	50
Figura 37 – Evolução da coleta de resíduos sólidos urbanos em Londrina	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações referentes aos municípios da RML	5
Tabela 2 – Ligações na rede geral de abastecimento em estabelecimentos na cidade de Londrina	8
Tabela 3 – Índice de Moran I para abastecimento de água na RML	27
Tabela 4 – Índice de Moran I para esgotamento sanitário na RML	32
Tabela 5– Índice de Moran I para resíduos sólidos urbanos na RML	39
Tabela 6 – Coeficientes de Pearson na RML	46
Tabela 7– Distribuição dos setores quanto ao saneamento nos limites definidos no mapa entre os censos de 2000 e 2010	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IQA	Índice de Qualidade da Água
LISA	Indicador Local de Associação Espacial
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
RML	Região Metropolitana de Londrina
SINAM	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	OBJETIVO GERAL	3
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1.	REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA	4
3.2.	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	5
3.2.1.	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	7
3.2.2.	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	8
3.2.3.	COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	9
3.3.	TRABALHOS RELACIONADOS	11
3.4.	TÉCNICAS UTILIZADAS	12
3.4.1.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA	12
3.4.2.	MAPAS TEMÁTICOS	12
3.4.3.	ANÁLISE DA AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL	12
4.	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA	19
4.2	MAPAS TEMÁTICOS	19
4.3	ANÁLISE DA AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL	19
4.4	CORRELAÇÃO COM OS PARÂMETROS DE RENDA, ESCOLARIDADE E CENSO DE 2000	19
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1.	MAPAS TEMÁTICOS	22
5.2.	ANÁLISE DE AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL	26
5.2.1.	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	27
5.2.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	32

5.2.3	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	39
5.3	COEFICIENTES DE PEARSON.....	45
5.4	ANÁLISE TEMPORAL DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO EM LONDRINA.....	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento socioeconômico das cidades brasileiras ocasiona mudanças nos indicadores de sustentabilidade que têm fundamental importância na caracterização de uma localidade. Indicadores de sustentabilidade apontam o estado econômico, ambiental, social ou institucional em que uma área se encontra, isto é, fornecem subsídios para a análise do padrão de desenvolvimento do país, ajudando no planejamento de medidas a serem aplicadas. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) possui a dimensão ambiental como uma das áreas caracterizadas pelos indicadores de sustentabilidade (IBGE, 2015).

A dimensão ambiental dos indicadores é dividida em atmosfera; terra; água doce; oceanos, mares e áreas costeiras; biodiversidade e saneamento (IBGE, 2015). O saneamento é considerado um dos pilares dos aspectos da saúde pública mundial atingindo aproximadamente 80% dos casos de doenças devido à má qualidade da água distribuída, bem como a inexistência ou ineficiência do sistema de esgotamento sanitário (BARROSO, 2002). Entende-se por serviço de saneamento a captação da água, sua distribuição, o esgotamento sanitário, a coleta de resíduos sólidos e a drenagem urbana.

O abastecimento de água é de extrema importância ao ser humano. Para que seja feito este abastecimento, que garanta ao consumidor os padrões de potabilidade por meio da portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). O cenário do abastecimento de água no Brasil, em termos de porcentagem de domicílios com acesso à rede geral é considerado satisfatório, uma vez que aproximadamente 93% dos domicílios brasileiros já possuíam acesso à rede geral no ano de 2012 (IBGE, 2015).

O esgotamento sanitário, outro fator de importância à saúde e bem-estar da população, não segue o mesmo ritmo de desenvolvimento do abastecimento de água. O IBGE (2015) menciona que apenas cerca de 63% das residências brasileiras possuíam acesso a rede coletora, sendo que grande parte do efluente doméstico é destinado a fossas sépticas, rudimentares ou outros tipos de disposição.

A terceira área dos indicadores do saneamento é a coleta de resíduos sólidos. Este campo, embora tenha uma importância ambiental e de saúde indiscutível, não vem sendo considerada a contento nas ações efetivas para que possa sair do quadro

negativo. Têm-se o exemplo o Brasil, que até o ano de 2015, um ano após o prazo máximo para o fechamento dos lixões pela a Lei nº 12.305/10, destinava-se aproximadamente 18% do resíduo sólido nacional aos lixões (ABRELPE, 2015). Além disso, a má gestão reflete diretamente, de maneira adversa no meio ambiente a na saúde da população (FERREIRA; ANTONIO, 2001).

Diante deste cenário e da inexistência de trabalhos relacionados aos indicadores de saneamento e conjunto com a metodologia utilizada na Região Metropolitana de Londrina (RML), a análise espacial das variáveis relativas ao saneamento se torna útil para verificar o patamar destes parâmetros, além da sua variação ao longo da região, com base nos setores censitários. Com os dados relativos ao Censos realizados nos anos de 2000 e 2010, foi possível avaliar as mudanças ocorridas na cidade de Londrina ao longo deste período.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a variabilidade espacial dos indicadores de sustentabilidade da área de saneamento para a região metropolitana de Londrina.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

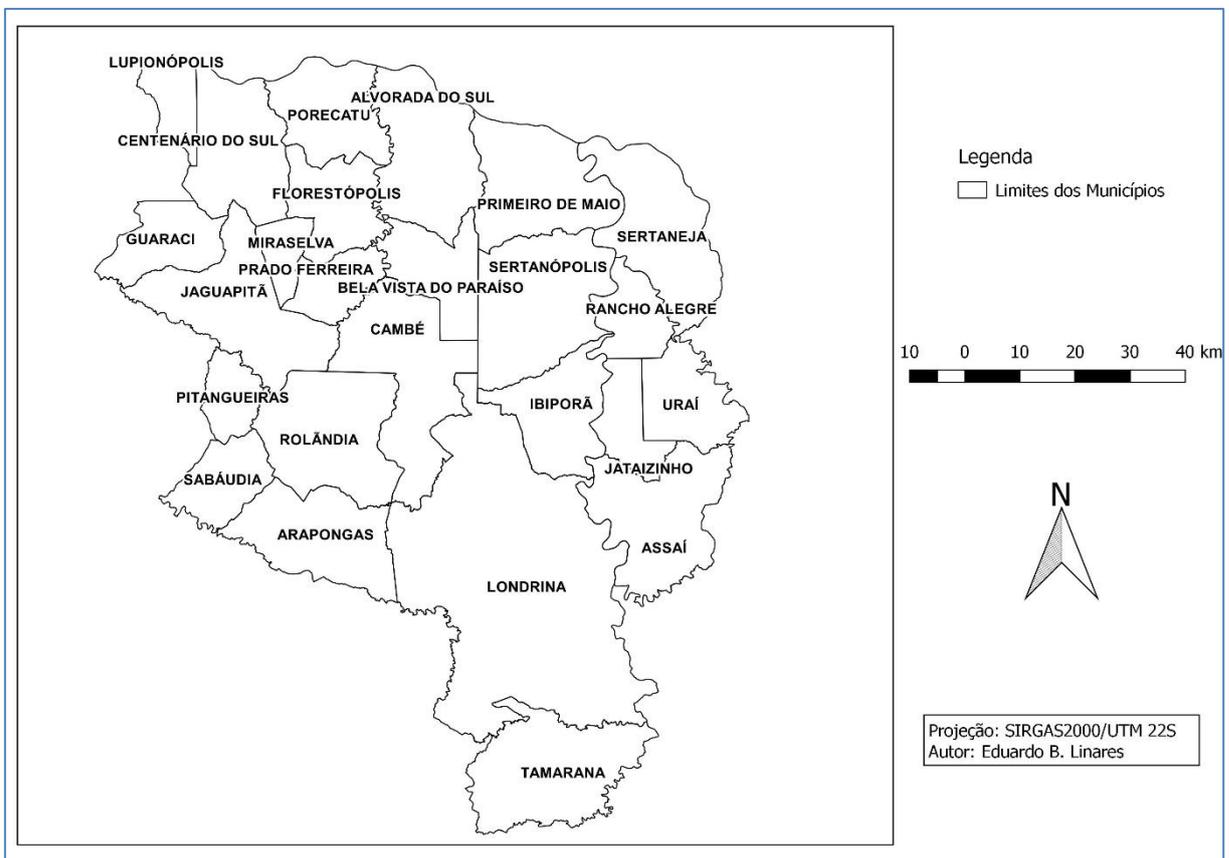
- Analisar a distribuição dos indicadores (abastecimento de água, coleta de esgoto e destinação de resíduos sólidos) nos setores censitários das cidades que compõem a RML, para os dados do Censo 2010, por meio de mapas temáticos e avaliação da autocorrelação espacial.
- Avaliar a correlação dos dados de saneamento com as informações relativas à renda e escolaridade, por serem as duas das variáveis que auxiliam na composição do IDH de uma nação ou cidade.
- Verificar mudanças dos indicadores de saneamento na cidade de Londrina, do censo 2010 em relação ao censo de 2000 para avaliar se houve evolução nos setores censitários.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA

A RML, primeira região metropolitana do interior formada no Brasil, está localizada no norte do estado do Paraná e é composta por 25 municípios (Figura 1), totalizando mais de um milhão de habitantes. Possui economia baseada no setor agropecuário, na maior parte das cidades pequenas, e industrial e serviços, nas cidades de maior porte (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2014).

Figura 1 – Municípios da RML



Fonte: Autoria Própria (2017)

Por meio da Tabela 1 é possível identificar as características gerais dos municípios que compõe a RML.

Tabela 1 – Informações referentes aos municípios da RML

Cidade	População (hab.)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Esgotamento Sanitário Adequado (%)
Alvorada do Sul	11.148	15.870,37	5,2
Arapongas	116.960	37.457,29	57,8
Assaí	16.104	23.250,09	52,8
Bela Vista do Paraíso	15.634	20.706,37	41,2
Cambé	104.592	32.058,58	78,0
Centenário do Sul	11.279	12.179,09	7,8
Florestópolis	11.145	18.357,63	75,4
Guaraci	5.463	16.647,49	3,6
Ibiporã	52.848	43.353,13	97,2
Jaguapitã	13.287	52.325,59	82,9
Jataizinho	12.560	16.204,57	88,0
Londrina	553.393	29.135,94	85,2
Lupionópolis	4.885	14.373,81	38,0
Miraselva	1.880	16.460,51	12,3
Pitagueiras	3.107	18.633,56	11,7
Porecatu	13.863	30.834,65	95,3
Primeiro de Maio	11.265	19.115,23	15,5
Prado Ferreira	3.693	25.422,33	30,8
Rancho Alegre	3.977	17.960,13	16,9
Rolândia	64.028	37.356,24	48,9
Sabáudia	6.644	55.116,08	4,1
Sertaneja	5.678	34.951,48	18,9
Sertanópolis	16.429	33.867,27	44,2
Tamarana	13.939	17.299,38	35,4
Uraí	11.678	15.406,76	55,8

Fonte: IBGE (2015)

3.2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Indicadores de sustentabilidade apresentam dados que permitem acompanhar o padrão de desenvolvimento do país (IBGE, 2015). Outrossim, a

Organização das Nações Unidas (ONU) classifica estes indicadores como um potencial apoio para tomada de decisões, auxiliador na prevenção de adversidades nos âmbitos social, econômico e ambiental, como crescimento desordenado, má distribuição de empregos, degradação ambiental, entre outros (UNITED NATIONS, 2007).

A avaliação de indicadores em termos mundiais foi iniciada pela ONU na década de 1990 por meio da Agenda 21, que fora desenvolvida após a *United Nations Conference on Environment and Development* realizada no Rio de Janeiro em 1992, sendo estes indicadores exaustivamente testados em alguns países voluntários antes que o relatório final fosse elaborado em 2001 (UNITED NATIONS, 2007). No Brasil, o primeiro documento disponibilizado pelo IBGE com esta abordagem é datado no ano de 2002. Desde então, o órgão vem publicando novos e atualizados documentos que permitem estudos com um nível maior de detalhamento (IBGE, 2015).

É disposto no manual da ONU, ou *Blue Book*, como é conhecido, um total de 50 (cinquenta) indicadores divididos em 14 (quatorze) temas (UNITED NATIONS, 2007). O IBGE apresenta a divisão em 4 (quatro) grandes temas, que englobam grande parte dos indicadores de caráter mundial. Estes temas abrangem a área social, econômica, ambiental e institucional (IBGE, 2015).

Na dimensão ambiental, como é classificada no manual do IBGE (2015) as subáreas são:

- a) Atmosfera: apresenta as estimativas de emissão de gases do efeito estufa devido à ação do homem.
- b) Terra: análise da intensidade de uso de fertilizantes em áreas cultiváveis.
- c) Água Doce: utiliza-se de parâmetros para determinar a qualidade da água em alguns corpos hídricos, como a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o índice de qualidade de água (IQA).
- d) Oceanos, mares e áreas costeiras: utiliza-se da análise da balneabilidade da água e da população residente nestas áreas.
- e) Biodiversidade: análise de espécies extintas e ameaçadas de extinção, de áreas protegidas, bem como de espécies invasoras.
- f) Saneamento: indicativo de áreas com coleta e tratamento de esgoto, abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos.

O saneamento como indicador poderia também estar presentes nos outros temas, uma vez que indicadores sociais e econômicos estão relacionados com a qualidade de saneamento de uma população. O IBGE engloba na variável relativa ao saneamento básico quatro diferentes objetos, sendo eles o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, tratamento do esgoto sanitário e a coleta de resíduos sólidos (IBGE, 2015). Neste trabalho foram avaliados o abastecimento de água, esgotamento sanitário e a coleta de resíduos sólidos haja visto que foram utilizados como base de estudo os dados do censo e o tratamento do esgoto não é avaliado no censo.

3.2.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Indicadores de sustentabilidade para o abastecimento de água são de extrema importância, pois auxiliam no monitoramento da qualidade de vida da população, garantindo-lhe saúde, melhora dos sistemas de abastecimento, entre outros (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004). A água é considerada um bem de domínio público (BRASIL, 1997). Seus parâmetros qualitativos e quantitativos estão diretamente relacionados à saúde da população (IBGE, 2008). O abastecimento de água é um processo que envolve um conjunto de instalações e sistema hidráulico para que haja tratamento e distribuição da mesma a fim de suprir as necessidades da população (FIGUEIREDO; ARROJA, 2013).

Há um bom avanço nesta área nas últimas décadas, sendo que em 1989 segundo o IBGE (2008), a cobertura da rede era de 95,9% dos municípios, o que representa que cerca de 180 municípios em toda nação não possuíam sistemas de abastecimento de água. Na última pesquisa divulgada pelo IBGE, no ano de 2008, houve uma evolução que corresponde a 99,4% dos municípios com cobertura da rede de distribuição de água. Na região Sul, 99,6% dos municípios se encontram nesta condição, sendo que estes parâmetros são avaliados tendo como base que ao menos parte da cidade têm acesso a este serviço (IBGE, 2008). A porcentagem faltante possui abastecimento por meio de poços e nascentes fora da propriedade, carros-pipas, bicas, minas, água de chuva armazenada de forma diferente de cisternas, rio, açude, lagos ou igarapé, entre outras formas de abastecimento de água (IBGE, 2011).

Na avaliação por residências no sul do Brasil, houve também uma constatação que 15,8% delas não dispunham do serviço de distribuição de água

devido ao déficit na prestação de serviço, ocupando assim o quarto lugar no país, a frente das regiões norte, nordeste e centro-oeste (IBGE, 2008).

Em Londrina, o sistema de água é operacionalizado pela empresa Sanepar desde o ano de 1973, sendo distribuída em uma malha de 2.736.888 metros (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015). O número de ligações em estabelecimentos (residencial, comercial, industrial e utilidade pública) estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Ligações na rede geral de abastecimento em estabelecimentos na cidade de Londrina

Classe de Consumidores	Número de Ligações
Residencial	137.459
Comercial	13.423
Industrial	588
Utilidade Pública	1.152
Total	152.622

Fonte: Sanepar (2014)

Londrina conta com a distribuição de água em cem por cento de seu território urbano (cidade e distritos) (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015). As demais cidades da região não divulgaram os dados referente ao abastecimento de água.

3.2.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Com grande importância principalmente na saúde pública, o acesso ao esgotamento sanitário é um direito humano estabelecido pela ONU em 2010 (TRATA BRASIL, 2010). A Organização Mundial da Saúde (OMS) define que esgotamento sanitário constitui a salubridade ambiental, ou seja, é essencial para que a população tenha condições de dispor de uma saúde a qual se pode evitar, inibir ou prevenir a ocorrência de endemias e epidemias vinculadas ao meio ambiente (RIBEIRO; ROOKE, 2010). Há uma diferenciação entre coleta de esgoto e tratamento do esgoto, pois nem todo o esgoto coletado é obrigatoriamente tratado, em alguns casos, é realizado o lançamento *in natura*.

Sistemas de esgoto sanitário têm como objetivo a realização da coleta, transporte, tratamento e disposição final da água residuária sem que haja contaminação e/ou contato com o homem (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

Em uma pesquisa realizada, em 2010, pela organização Trata Brasil, nas 81 cidades mais populosas da nação, é evidente a relação existente entre o esgotamento precário, pobreza e internação por diarreias. Expandindo o escopo da pesquisa, cerca de 99% dos casos de doenças relativas ao esgotamento sanitário de baixa qualidade ou disponibilidade no mundo é observado em países carentes, atingindo um número superior a um milhão de mortes no ano de 2004. Estima-se ainda que a ausência de esgotamento atinge 2,6 bilhões de pessoas ao redor do mundo (TRATA BRASIL, 2010).

A maior taxa de domicílios com acesso à rede de esgoto está na região sudeste, de aproximadamente 70%. O sul do país possui 30,2% de domicílios com acesso ao esgotamento sanitário, enquanto a média nacional é 44% (IBGE, 2008). Os domicílios que não possuem um sistema coletor do esgoto sanitário utilizam de fossas sépticas, rudimentares, valas, emissários ou algum outro tipo o qual não se enquadra em nenhum dos tipos mencionados (IBGE, 2011).

A cidade de Londrina possui 90% dos seus domicílios ligados no sistema de coleta e sete Estações de Tratamento de Esgoto. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico não existe lançamento de esgoto bruto em mananciais na cidade e a malha de captação do esgoto atinge aproximadamente dois mil quilômetros. No período compreendido entre 1973 e 2014 foram investidos o equivalente a 231 milhões de reais no sistema de esgotamento municipal. Existe uma meta a ser atingida até o ano de 2045, buscando atingir 99% da população. Para este feito estima-se que seja necessária a construção de 1500 quilômetros de rede coletora e realizar 104 mil ligações. Para tal, um investimento de 275 milhões de reais será necessário (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015).

3.2.3. COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Descarte irregular de resíduos sólidos é considerado um dos tipos de poluição mais perniciosos. A coleta de resíduos sólidos contribui para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, e sua eficiência está altamente correlacionada com a

saúde da população e manutenção da biota (IBGE, 2015). Por outro lado, quando este atributo deixa de ser eficiente eventos danosos, como enchentes e inundações, são catalisados (IBGE, 2015). De acordo com a Organização das Nações Unidas, a correta destinação de resíduos sólidos (reciclagem, compostagem e aterramento apenas do rejeito) reduz as explorações de recursos naturais pois a demanda por matéria-prima em estado bruto decresce (UNITED NATIONS, 2007). Com o desenvolvimento das cidades as taxas de consumo de produtos tendem a aumentar. Porém, apesar do avanço populacional, os centros urbanos não acompanham o mesmo ritmo de expansão na infraestrutura, criando assim um grande problema na coleta e destinação destes resíduos sólidos urbanos (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

No Brasil a primeira lei relacionada ao manejo de resíduos sólidos foi instituída em 1991, onde se tratava apenas de resíduos oriundos da saúde. Porém, a lei de maior relevância foi aprovada em 2010 instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). De acordo com o artigo primeiro da Lei 12305/2010 seus objetivos são relativos à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, responsabilidades aos geradores e poder público, bem como instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A PNRS tinha como meta para o mês de agosto de 2014 a substituição de todos os lixões por aterros sanitários em todo o país, porém o prazo não foi cumprido e necessitou de prorrogação. De acordo com PNSB 50,8% dos municípios brasileiros têm como destino final para seus resíduos lixões a céu aberto (IBGE, 2008). Por outro lado, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) estima que aproximadamente 17,3% dos resíduos nacionais gerados tem como destino lixões a céu aberto. Em 2015 foi contabilizado que o gasto público com a coleta e disposição final de resíduos foi de R\$ 10,15 hab./mês representando um aumento de 1,7% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2015).

No sul do país, onde é produzido 10,7% de todo o resíduo nacional demanda aproximadamente R\$ 8,01 hab./mês. Soma-se a estes números um total de 706 aterros (ABRELPE, 2015). Algumas outras formas de destinação são mencionadas pelo IBGE: o enterro, queima, lançamento em terreno baldio, lançamento em corpos d'água e outras formas as quais não são enquadradas nas citadas (IBGE, 2011).

Na cidade em estudo, Londrina, existe uma proposta intitulada de “Lixo Zero” que visa tornar 100% da coleta e destino economicamente viável, socialmente justa e

ambientalmente correta. O programa está em fase inicial de implementação e contará futuramente com tecnologias auxiliaadoras para o cumprimento da meta. Na cidade é produzido aproximadamente 450 ton/dia de resíduo domiciliar, sendo que cada habitante produz, de acordo com o IBGE, 1 kg/dia. A cidade conta com um aterro sanitário localizado no Distrito de Maravilha, cerca de 30 km do centro da cidade, inaugurado em 2010 e com vida útil de 30 anos (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015). Os demais municípios que compõe a RML não fornecem dados relativos a gestão de resíduos sólidos.

3.3. TRABALHOS RELACIONADOS

Trabalhos utilizando técnicas de análise espacial já foram realizados, como o que mortalidade neonatal do Vale do Paraíba entre os anos de 1999 e 2001 (NASCIMENTO et al., 2007). Neste trabalho foram utilizados especificamente os índices de Moran e LISA, entre os índices de mortalidade neonatal precoce, tardia e total; em conjunto com o IDH relativo ao ano de 2000. O estudo identificou que há um agrupamento no médio do Vale do Paraíba, tanto na ocorrência de mortalidade neonatal precoce, como na mortalidade neonatal total (NASCIMENTO et al., 2007).

Em outro estudo relacionado, porém na vertente de casos de dengue, em correlação com a condição de vida, foi realizado na cidade de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro. Neste modelo foram utilizados indicadores em conjunto com dados socioeconômicos. Os dados foram obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e o censo realizado em 2000. A conclusão deste trabalho foi que não há uma relação linear entre os casos de dengue e a condição de vida, porém nos padrões espaciais há uma maior susceptibilidade a ocorrência dos casos em áreas com piores condições de vida e na beira de estradas (MACHADO; OLIVEIRA; SOUZA-SANTOS, 2009).

Além destes, em São Carlos foi realizada uma análise espacial para a identificação de áreas críticas de acidentes de trânsito. Foi possível a determinação dos locais críticos para acidentes de trânsito na cidade, bem como a incorporação de novos parâmetros para a análise de acidentes, mostrando-se ser uma técnica viável (SANTOS, 2006).

3.4. TÉCNICAS UTILIZADAS

3.4.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

A análise exploratória, no contexto de dados georreferenciados, é definida na literatura como uma técnica que objetiva descrever e visualizar a dependência espacial, definir padrões de distribuição, agrupamentos de valores semelhantes, identificar situações atípicas (NEVES et al., 2000). A dependência espacial mostra como os valores estão correlacionados no espaço (CARVALHO et al., 2004). Em um conjunto grande de dados como é o caso deste estudo, esta análise facilita a visualização do comportamento destes dados, uma vez que este não é de natural detecção.

3.4.2. MAPAS TEMÁTICOS

Mapas temáticos são definidos como aqueles que representam temas, sendo além da representação da área espacial (JOLY, 2005). São essencialmente confeccionados objetivando uma melhor leitura e visualização; sendo sua função demonstrar o que é, onde e como ocorre determinado fenômeno geográfico.

3.4.3. ANÁLISE DA AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL

A autocorrelação espacial é uma função que permite estimar quanto um certo valor observado numa região é dependente dos valores nas localizações vizinhas (CARVALHO et al., 2004).

Para avaliar a autocorrelação espacial, é necessário gerar uma matriz de proximidade, por meio da qual a vizinhança é definida pela propriedade topológica de contiguidade, em que setores censitários são tratados como vizinhos se tiverem fronteira em comum (CARDOSO, [s.d.]).

A autocorrelação espacial possibilita identificar a magnitude da correlação espacial entre áreas, ou semelhança entre uma região no espaço e seus vizinhos, para uma mesma variável. Seu resultado possibilita identificar grupos homogêneos, que possuem o mesmo comportamento e estão próximos no espaço; e grupos heterogêneos, que são distintos daqueles em sua proximidade. É importante para o

estudo quando há um grande número de áreas, podendo assim ser identificado diferentes padrões espaciais em sub-regiões, como por exemplo, homogêneo, heterogêneo, aleatório (CARVALHO et al., 2004). Para fazer este estudo foram utilizadas duas métricas de auto correlação, uma global (Moran) e outra local com o Indicador Local de Associação Espacial (LISA). O conceito pode ser verificado na Figura 4, em que, a autocorrelação positiva indica a presença de agrupamentos bem definidos, a ausência de autocorrelação está associada a um padrão espacial aleatório e a autocorrelação negativa indica que a vizinhança não se assemelha a cada área avaliada.

Figura 2 – Ilustração da autocorrelação espacial.



Fonte: Adaptado de KIRKEGAARD (2015)

O índice de Moran I demonstra correlação geral existente entre as áreas analisadas, gerando um valor único para toda a área analisada. Seu índice varia de 1 a -1 sendo os valores referentes à correlação positiva e negativa, respectivamente. Quanto mais próximo de 0, menor é a correlação espacial, sendo o índice o teste cuja hipótese nula é de independência espacial (MARCONATO; LAROCCA; QUINTANILHA, 2012). De acordo com Klostermann (2013) a equação para o índice de Moran é dada pela Equação 1.

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

Onde: W – Matriz de vizinhança

Y_i – Média da partição da área

\bar{Y} – Média

Y_j – Média dos vizinhos

n – Número de partições da área

O LISA por sua vez representa a distribuição espacial da autocorrelação de Moran. Neste método os valores das variáveis são analisados juntamente com vizinhos produzindo valores para cada área representado por meio de um mapa. Assim é possível a visualização se aquela sub-região possui objetos com valores semelhantes (*clusters*), valores discrepantes (*outliers*) ou com mais de um regime espacial (MARCONATO; LAROCCA; QUINTANILHA, 2012). De acordo com Anselin (1995) a soma dos valores de LISA para todas as regiões é proporcional a um indicador global espacial. De acordo com Câmara et al (2002) o índice local de Moran pode ser calculado com a Equação 2.

$$I = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n Z_j^2} \quad (2)$$

Onde: W – Matriz de vizinhança

Z_i – Valor do atributo considerado da área i

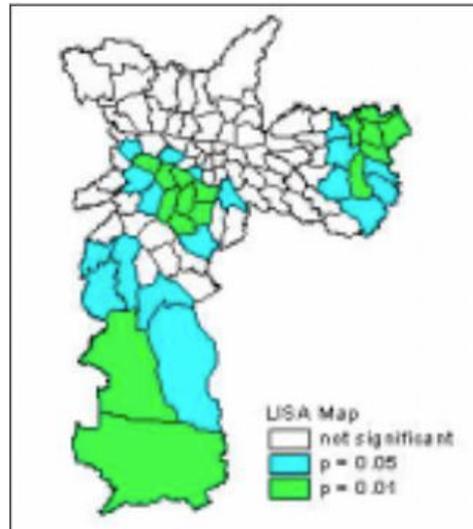
Z_j – Valor do atributo considerado da área i

n – Número de partições da área

Para ambos os índices, Moran e LISA, foi avaliada a sua significância estatística. No caso do Moran, uma das metodologias mais utilizadas é o teste de pseudo-significância que consiste na geração de permutações dos valores de cada região e redistribuição destes valores permutados para as áreas da mesma região; constrói-se então uma distribuição empírica da qual, se o valor do índice medido originalmente corresponder a um extremo desta distribuição simulada, logo este valor tem significância estatística (CARVALHO et al., 2004). Para o LISA tem-se a mesma metodologia, porém, após a definição da significância estatística, gera-se um mapa para que se visualize áreas que possuem uma correlação local totalmente diferente de outras áreas (CARVALHO et al., 2004). Na Figura 5 é demonstrada a correlação

entre índices de inclusão/exclusão social, na cidade de São Paulo, relativo ao censo de 1991, e por meio do mapa, é possível analisar que existem bolsões críticos nas zonas Leste e Sul, onde existem agregados de pobreza e riqueza na cidade (CARVALHO et al., 2004).

Figura 3 - Pseudo-distribuição

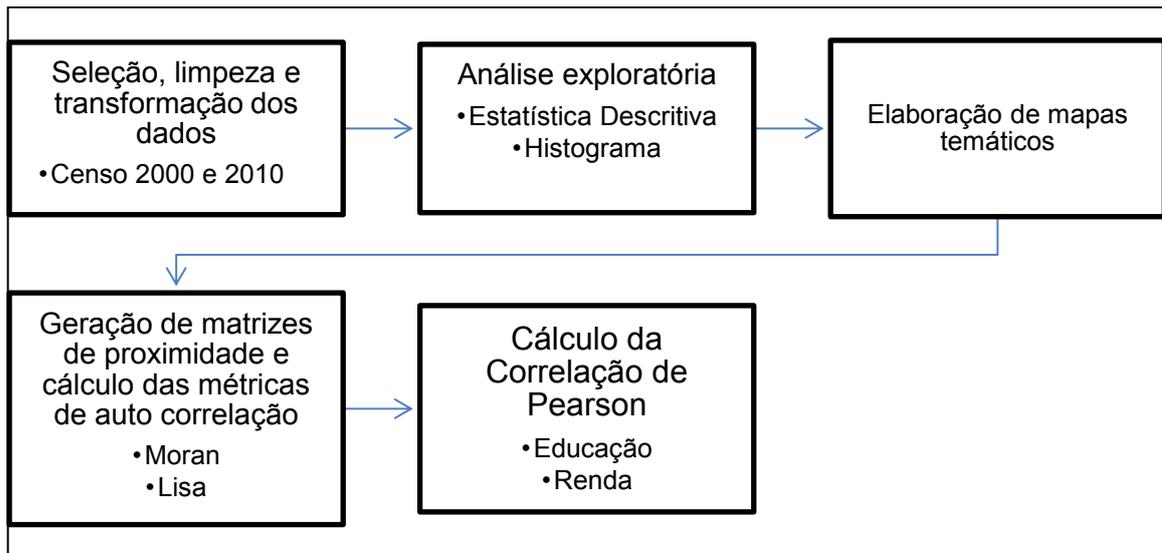


Fonte: CARVALHO et al., 2004

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir os objetivos foram realizadas as análises dos dados dos censos do IBGE de 2000 e 2010 como mostrado na Figura 2.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia aplicada



Fonte: Autoria Própria (2017)

Os dados do IBGE referentes ao censo necessitam de um tratamento preliminar. O primeiro passo é a separação das variáveis de interesse, uma vez que o documento que foi utilizado possui um total de 241 variáveis, as quais recebem nomenclatura de V001 a V241. Todos estes itens são descritos pelo IBGE no manual referente aos resultados separados por setores censitários (IBGE, 2011). As variáveis de interesse e nomenclatura estão conforme descritas no manual, sendo elas:

- Abastecimento de água
 - V012: Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
 - V013: Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
 - V014: Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna

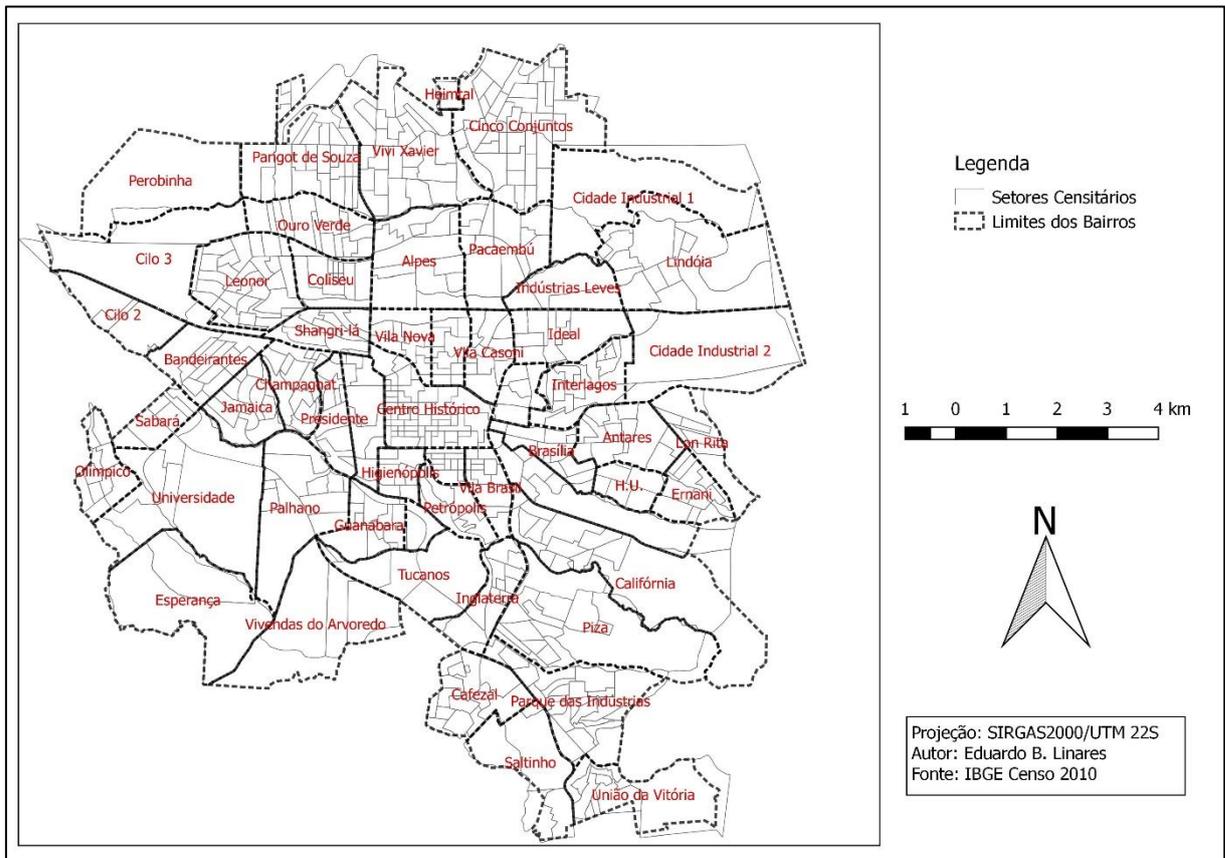
- V015: Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
- Esgotamento Sanitário
 - V017: Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
 - V018: Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica
 - V019: Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
 - V020: Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
 - V021: Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
 - V022: Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
- Coleta de Resíduos Sólidos
 - V035: Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
 - V038: Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade
 - V039: Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade
 - V040: Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro
 - V041: Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar
 - V042: Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo

Após a separação das variáveis de interesse selecionadas, foi necessário a separação da região de estudo que está dividida em setores censitários. Realizou-se a exclusão de setores cujas informações são ocultadas pelo IBGE, pois são setores que contém menos de 5 residências, sendo portanto referenciados com a letra “x” (IBGE, 2011). A RML conta com 1456 setores censitários dos quais 692 são

pertencentes a cidade de Londrina e seus distritos, sem considerar aqueles cujos dados não foram apresentados. Outro ponto é que os dados referentes ao censo vêm em números absolutos de domicílios por setor; sendo necessário fazer a transformação dos mesmos para porcentagem tornando viáveis futuras comparações.

Os setores censitários referentes a área urbana de Londrina estão ilustrados na Figura 3.

Figura 5 - Distribuição dos setores censitários nos bairros em Londrina



Fonte: Autoria Própria, 2017

O estudo das variáveis utilizou os softwares Microsoft Excel para a análise e tratamento preliminar dos dados; Quantum GIS e ArcGIS para a separação dos setores, confecção de mapas temáticos, elaboração de cartas; Geoda para a análise exploratória, bem como elaboração das matrizes de proximidade e cálculo das métricas de Moran e LISA; e o IBM SPSS Statistics para a elaboração dos gráficos de Pearson.

4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Neste processo foram gerados de gráficos para avaliar a dispersão dos dados, além do histograma que é um gráfico em barras que demonstra como se distribuem os valores com uma divisão uniforme da frequência. Estas barras são marcadas por intervalos que representam as frequências absolutas das classes (KUROKAWA; BORNIA, 2002). Estes foram utilizados para se analisar quais são as faixas de maior frequência.

4.2 MAPAS TEMÁTICOS

Após a análise exploratória, utilizou-se os dados referentes a ela para a confecção dos mapas temáticos, pois as regiões destacadas nos histogramas auxiliaram na definição das faixas de representação dos mapas que permitirão a avaliação inicial da dependência espacial, identificação de áreas homogêneas e discrepantes.

4.3 ANÁLISE DA AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL

Estas ferramentas auxiliaram na análise dos dados em relação a sua vizinhança ou sub-região. Com estas análises é possível verificar se há equilíbrio na distribuição do saneamento na RML de Londrina, isto é, se as cidades e bairros estão com um desenvolvimento similar no que tange à distribuição do saneamento.

4.4 CORRELAÇÃO COM OS PARÂMETROS DE RENDA, ESCOLARIDADE E CENSO DE 2000

O passo final do processamento dos dados foi a verificação de correlação entre as variáveis analisadas com as variáveis relativas à renda e escolaridade, que foram:

- Renda (disponível no arquivo DomicílioRenda_PR.xls)
 - V005: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo

- V006: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo
- V007: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo
- V008: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo
- V009: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos
- V010: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 2 a 3 salários mínimos
- V011: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 3 a 5 salários mínimos
- V012: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 5 a 10 salários mínimos
- V013: Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 10 salários mínimos
- V014: Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita

Devido a estes dados estarem de forma extremamente detalhada, eles foram unidos por uma média ponderada, que gerou uma única variável a fim de viabilizar a comparação com os indicadores. Esta média ponderada foi calculada pela Equação 3, em que o salário mínimo vigente é de R\$ 937,00.

$$S = \frac{\sum(qi(\overline{Mi}I))}{\sum qi} \quad (3)$$

Onde: qi: número de domicílios referentes à variável no setor

Mi: média aritmética entre a faixa de variação do salário relacionada à variável

I: Salário mínimo vigente

- Escolaridade (disponível no arquivo Pessoa01_PR.xls)
 - V078: Responsáveis alfabetizados (as) com 10 ou mais anos de idade em domicílios particulares

A comparação destas variáveis com dados das variáveis relacionadas com o saneamento, foi realizada inicialmente por meio de gráfico de dispersão. Como houve tendência, foi calculado o coeficiente da correlação de Pearson, à medida da força do grau de relacionamento entre duas variáveis (FILHO; JÚNIOR, 2009). O coeficiente pode ser calculado pela Equação 4 (SOUSA, 2002):

$$r = \frac{C_{x,y}}{S_x S_y} \quad (4)$$

Onde: $C_{x,y}$ – Covariância ou variância conjunta das variáveis X e Y

S_x – Desvio padrão de X

S_y – Desvio padrão de Y

Ressalta-se que foram utilizados dados de 2010 na avaliação de correlação, pois não se têm dados com esse detalhamento espacial além daqueles gerados no censo, o qual é realizado apenas de 10 em 10 anos.

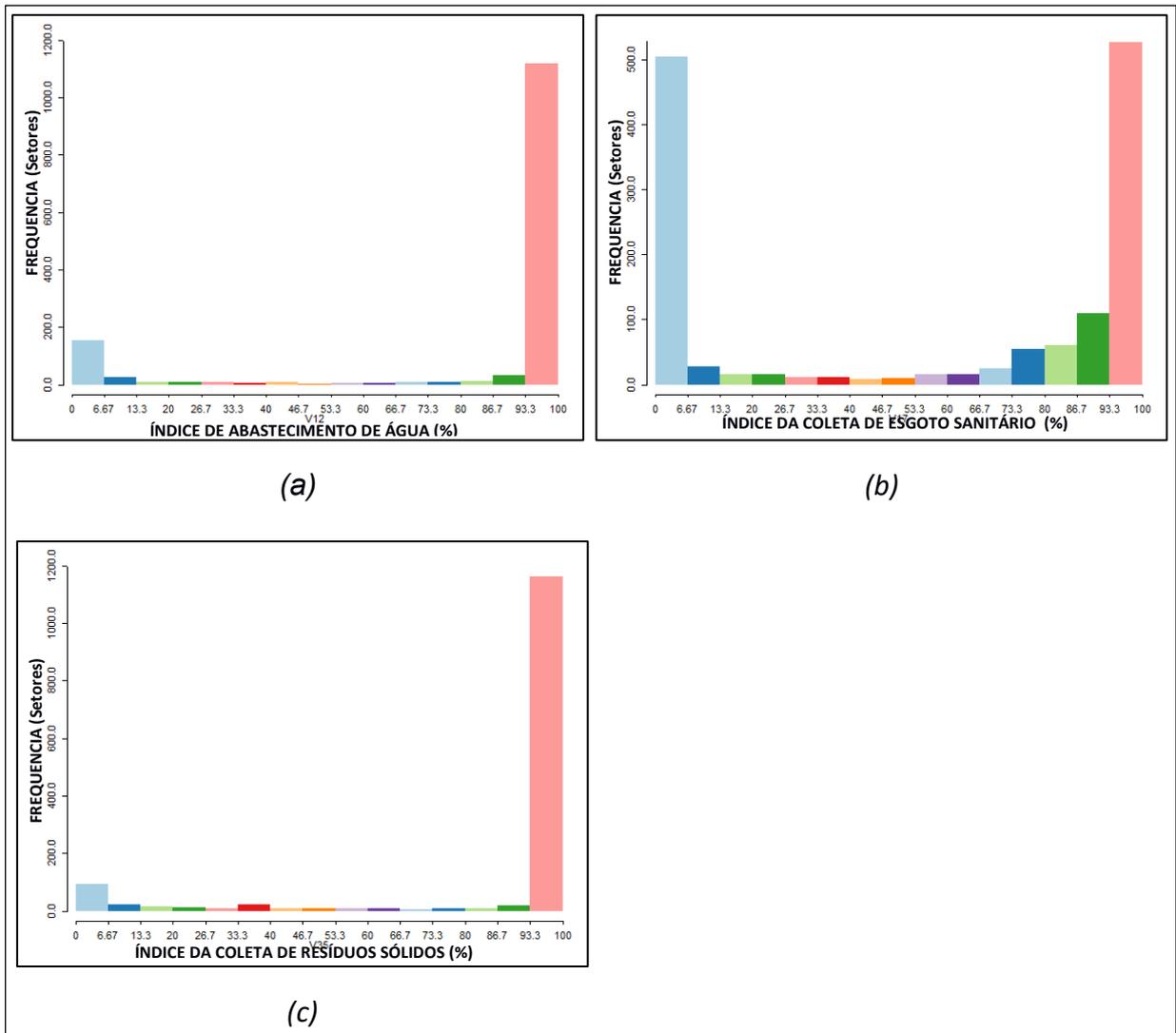
A comparação dos dados de 2010, em relação ao censo de 2000, foi realizada apenas para a cidade de Londrina devido à dificuldade de se obter as malhas dos setores censitários das demais cidades da Região Metropolitana. Para tal análise, foram considerados mapas temáticos e a correlação espacial com os gráficos de Moran e mapa do LISA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas temáticos auxiliam na visualização da distribuição das variáveis na RML. Os histogramas (Figura 6) auxiliaram na definição dos intervalos de frequência observados nos mapas (Figuras 7, 8 e 9), verificando assim, as regiões onde não há grande frequência de setores e aquelas que necessitam ser destacadas. Nos histogramas confeccionados, é possível analisar para as três divisões do saneamento que, na faixa entre 20 e 80 por cento, não há um valor expressivo de setores censitários, porém nas demais faixas são necessárias subdivisões.

Figura 6 - Histogramas para as variáveis do saneamento. (a) abastecimento de água via rede geral; (b) esgotamento via rede geral; (c) coleta de resíduos sólidos urbanos.



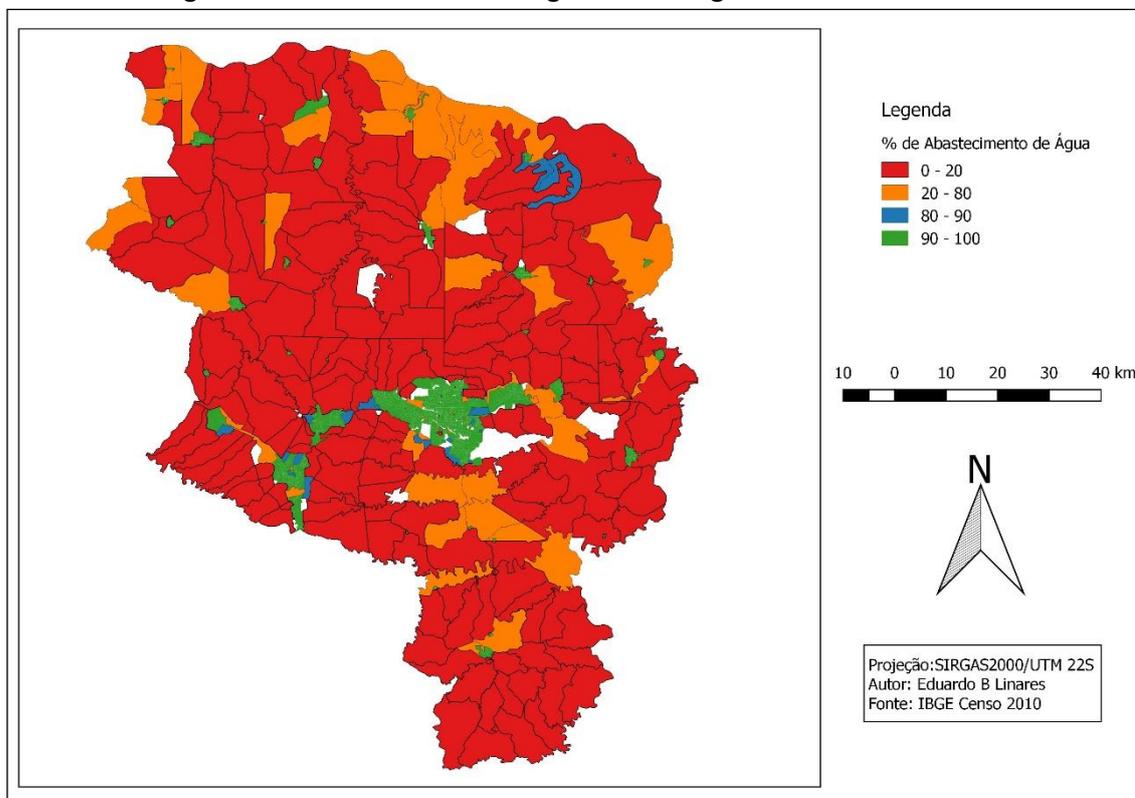
Fonte: Autoria Própria (2017)

Nota-se que nos histogramas a e c, da Figura 6, que há uma similaridade na disposição dos valores, com alta apenas na faixa de 93,3% a 100%. Por outro lado, no histograma b, sobre frequência de esgotamento sanitário, é verificada uma alta concentração de domicílios na faixa de 0% a 6,67%.

Foram representadas apenas variáveis do censo do ano de 2010, que demonstram ser os melhores métodos disponíveis no país para o saneamento, sendo eles o abastecimento de água via rede geral, esgotamento sanitário via rede geral e coleta de resíduos sólidos domésticos.

O abastecimento de água via rede geral, na RML, é visualizado na Figura 7 em sua maioria nos centros urbanos onde a média é superior a 90% de cobertura, descritos pela cor verde. As áreas rurais, grande parte na cor vermelha, apresentam valores próximos a nulidade, pois está correlacionada com a atuação do sistema de abastecimento das companhias apenas nos centros urbanos. Em alguns setores rurais adjacentes às cidades é, possível constatar que devido à proximidade há abastecimento via rede geral, apesar de não ser pleno (cores azul e alaranjado).

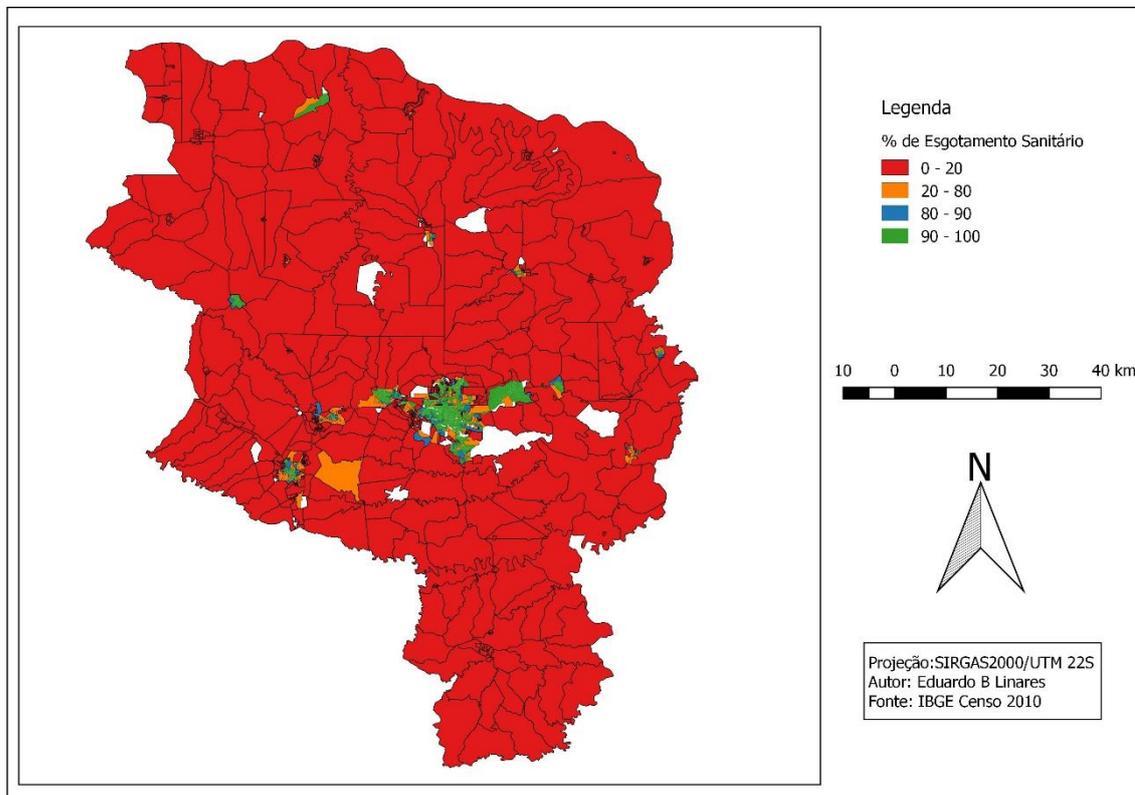
Figura 7 – Abastecimento de água via rede geral na RML em 2010



Fonte: Autoria Própria (2017)

O esgotamento via rede geral é restrito ao ambiente urbano, conforme verificado na Figura 8. Este fato se diferencia em algumas seções do abastecimento de água devido aos custos para a implementação da rede de esgoto, pois o valor do metro de rede de esgoto instalado é superior ao valor da rede de abastecimento de água instalada (MPB ENGENHARIA, [s.d.]). Portanto, devido ao alto custo a rede é na maioria dos casos instalados apenas nas áreas urbanas e em muitos casos (principalmente em cidades pequenas) a rede não cobre grande parte do município, notado pelas cores azul, alaranjado e verde. Como reflexo deste fato, a área rural demonstra nulidade (cor vermelha) em sua maioria em relação a esta variável.

Figura 8 – Esgotamento sanitário via rede geral na RML em 2010



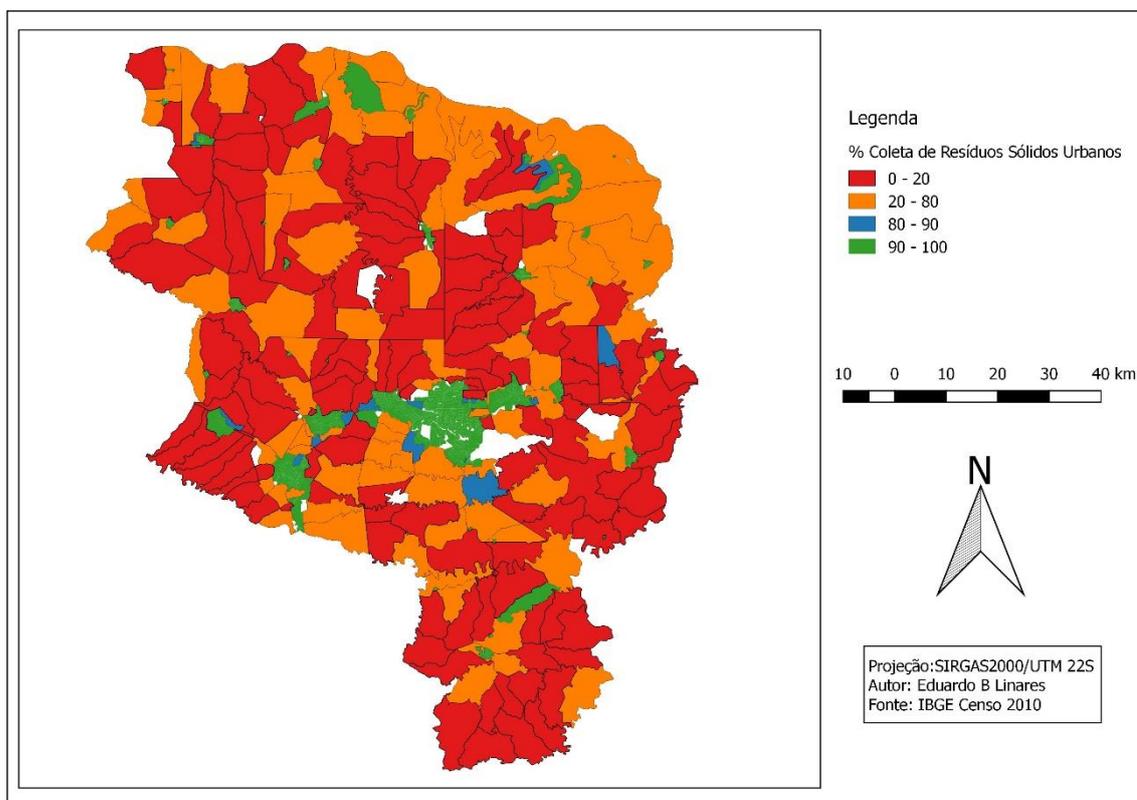
Fonte: Autoria Própria (2017)

A coleta dos resíduos sólidos urbanos (Figura 9), têm uma alta porcentagem na área urbana (representado pela cor verde), porém diferentemente das outras variáveis, é notado que ela também está presente nas áreas rurais, mesmo com menor frequência. Devido a isto é notado a presença da cor azul em grande parte dos

setores. Pode ser apontado ainda, que há setores rurais com índice de coleta superior a 80%.

Esta diferença em relação às outras duas variáveis pode ser ocasionada pela menor complexidade em termos infra estruturais que a coleta exige, pois, uma vez construído o aterro e realizado o plano de abrangência da coleta, o serviço pode ser iniciado, diferentemente do abastecimento e esgotamento que necessitam de obras caras e lentas.

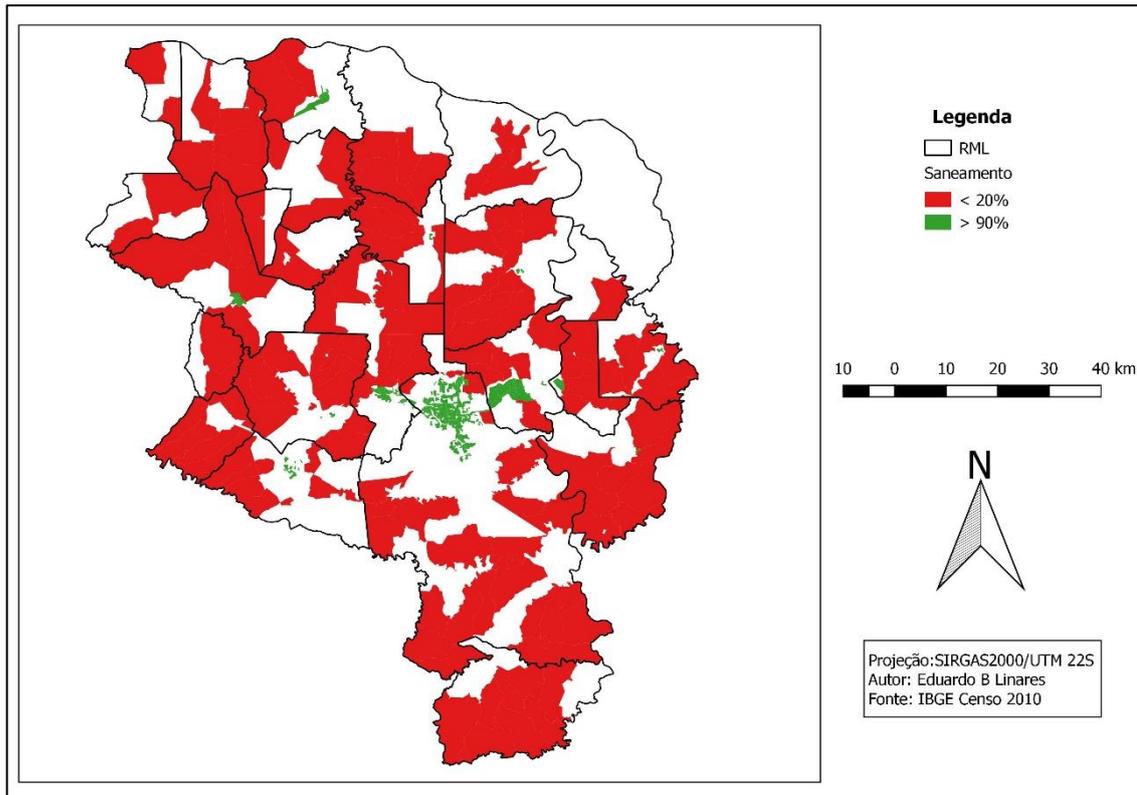
Figura 9 – Coleta de resíduos sólidos urbanos na RML em 2010



Fonte: Autoria Própria (2017)

Com a sobreposição de mapas, Figura 10, é possível combinar as três variáveis a fim de verificar a deficiência ou eficiência do serviço na RML. Em locais que possuem menos de 20% da prestação dos serviços de saneamento considerados ideais, foi constatado pela cor vermelha que, sua quase totalidade são setores rurais. Já aqueles setores que apresentam estes mesmos serviços, acima dos 90%, são em sua grande maioria setores urbanos, conforme verificado pela cor verde.

Figura 10 – Setores com valores extremos do saneamento na RML em 2010



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.2. ANÁLISE DE AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL

O gráfico de espalhamento de Moran e o mapa da dependência espacial gerado com o operador do LISA são baseados em uma matriz de contiguidade utilizando o critério de Queen. De acordo com Almeida (2012) a matriz do tipo Queen considera como vizinhos setores com fronteira em comum.

O índice de Moran varia de -1 a 1 e quanto mais próximo de zero menor é a autocorrelação espacial entre a vizinhança (MARQUES; CASTRO; BHATTACHARJEE, 2009). Este valor é positivo quando os valores altos ou baixos dos indicadores tendem a se aglomerarem em um determinado espaço, e negativo caso não haja uma tendência entre os vizinhos.

O mapa do LISA indica se valores entre um setor censitário e seus vizinhos de fronteira podem ou não seguir um padrão. Tal índice é padronizado por quatro tipos de distribuição espacial, sendo eles:

- a) Alto-Alto (vermelho): setor censitário com valor alto para a variável em estudo e vizinhos com valores igualmente altos;

- b) Alto-Baixo (rosa): setor censitário com valor alto e seus vizinhos de borda com valores baixos;
- c) Baixo-Alto (azul escuro): setor censitário com valor baixo em meio a setores com valores altos;
- d) Baixo-Baixo (azul claro): valores baixos em setores censitários cercados por outros de valores baixos para a variável em estudo.

Figura 11 – Cores presentes na distribuição espacial do LISA



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.2.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

É importante analisar o índice de Moran I, pois ele aponta a existência ou não de autocorrelação espacial. Em outras palavras, é dizer que, se os setores censitários nas variáveis do abastecimento de água compartilham de semelhante distribuição o índice será positivo. Na Tabela 3 é possível identificar os índices de Moran I para cada variável.

Tabela 3 – Índice de Moran I para abastecimento de água na RML

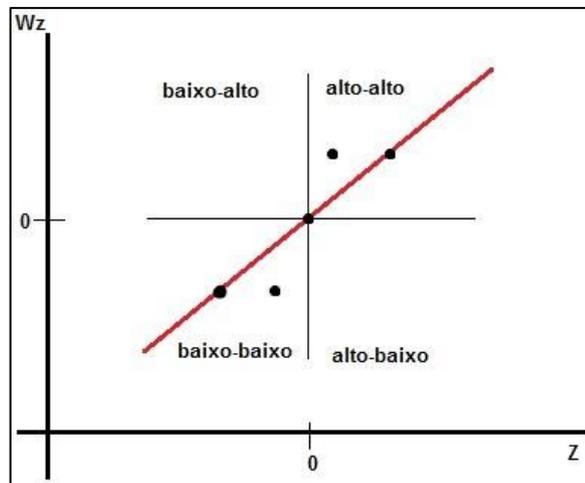
Variável	Índice de Moran I
Rede geral	+0,66
Poço ou nascente	+0,60
Cisterna	+0,007
Outras formas	+0,33

Fonte: Autoria Própria (2017)

Portanto verifica-se que para dois casos (rede geral e poço ou nascente) houve uma alta correlação, e apenas as variáveis indicativas da presença de cisternas e outras formas de abastecimento possuem índices não consideráveis.

Após esta verificação dos índices, o diagrama de espalhamento de Moran I auxilia na identificação de padrões locais de associação espacial, uma vez que o índice indica somente o agrupamento de dados. O diagrama é dividido em quatro quadrantes que são indicados pela Figura 12. Neste gráfico, o eixo Z representa os valores normalizados e o W_z a média entre os vizinhos.

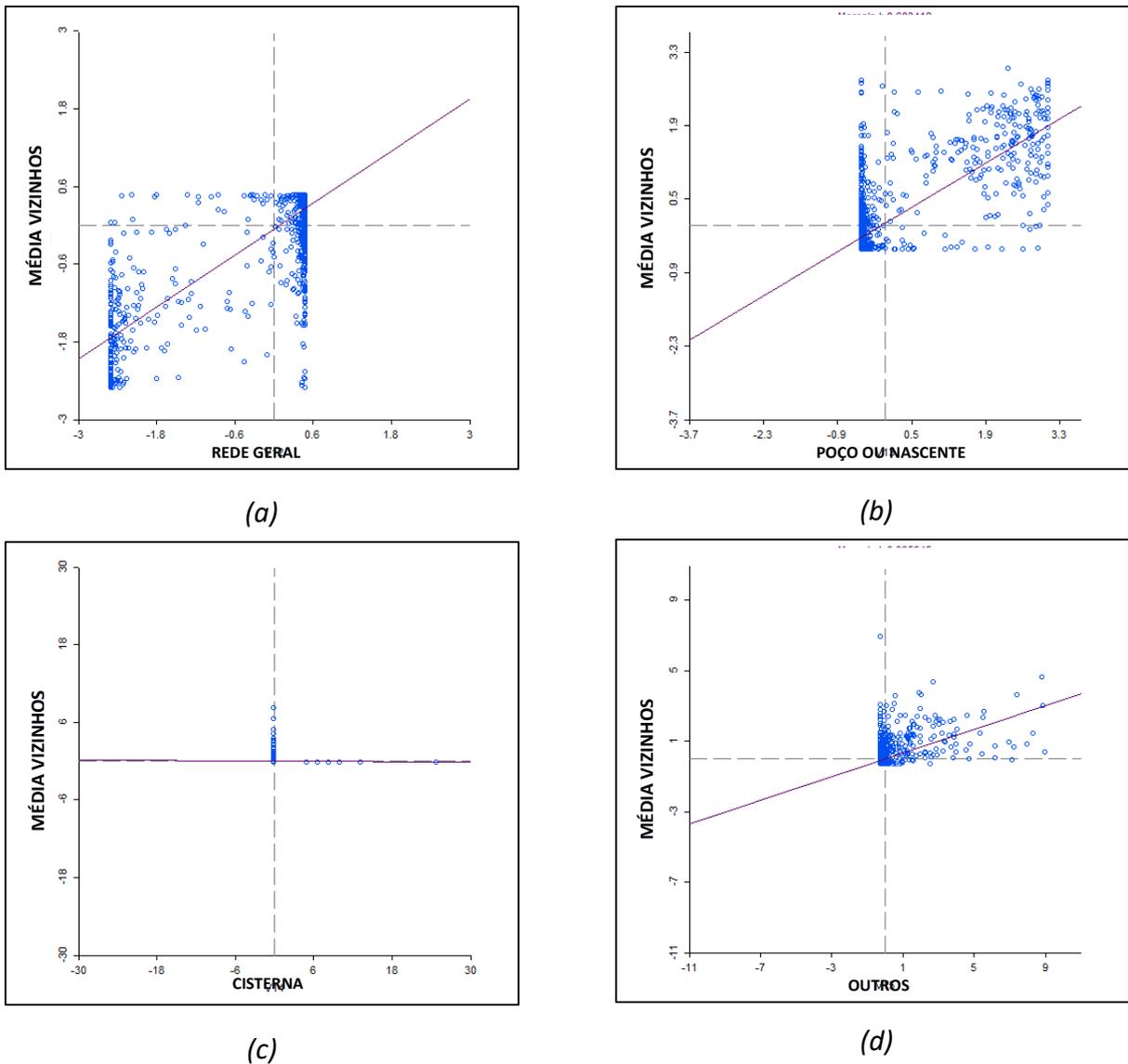
Figura 12 – Ilustração dos quadrantes da autocorrelação de Moran I



Fonte: Autoria Própria (2017)

Por conseguinte, com os diagramas de espalhamento de Moran I para as variáveis do abastecimento de água é possível destacar as relações presentes. O abastecimento de água, via rede geral, como visto na Figura 13-a, possui regime espacial de correlação positiva, onde a maioria dos pontos situam-se nos quadrantes de alto-alto, ou seja, os setores com seus vizinhos apresentam semelhança a esta variável, já que compartilham de altos níveis de abastecimento via rede geral levando em conta toda a região. Em outra direção, o abastecimento via poço ou nascente (Figura 13-b) e outros tipos (Figura 13-d) apresentaram espalhamento com um regime baixo-baixo, o que indica que a média dos setores censitários vizinhos que compõe a RML compartilham de baixos índices desta maneira de fornecimento de água. Devido ao baixo índice de Moran I, pelo gráfico é possível constatar que não há padronização dos valores para o uso de cisterna (Figura 13-c) na RML.

Figura 13– Diagrama de espalhamento da métrica de Moran para os dados de abastecimento de água. (a) via rede geral; (b) via poço ou nascente na propriedade; (c) via armazenamento em cisterna; (d) outros tipos.



Fonte: Autoria Própria (2017)

Os mapas com os resultados do método LISA foram gerados com um nível de significância de 5%. Pode-se concluir que, para o abastecimento, via rede geral (Figura 14), os setores que se encontram em meio urbano não apresentam significância estatística. Por outro lado, os setores rurais possuem regime do tipo baixo-baixo para este método de abastecimento. Para o abastecimento via poço ou nascente (Figura 15) nas regiões urbanas a maioria dos setores não foram significantes ou tiveram uma relação do tipo baixo-baixo com seus vizinhos. Já os setores rurais apresentaram uma relação do tipo alto-alto, em sua maioria, o que é de

se esperar, pois este tipo de abastecimento é mais característico do meio rural. A variável referente a outros tipos de abastecimento (Figura 17) demonstrou que a concentração ocorre em regiões rurais principalmente ao norte e sul da RML. Assim, pode-se dizer que a presença de muitos setores com padrão alto-alto e baixo-baixo, nos dados de abastecimento, por via de rede geral e poços ou nascentes, indica que há forte dependência espacial, ou homogeneidade, para estes casos, associada principalmente às áreas rurais.

Figura 14 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via rede geral.

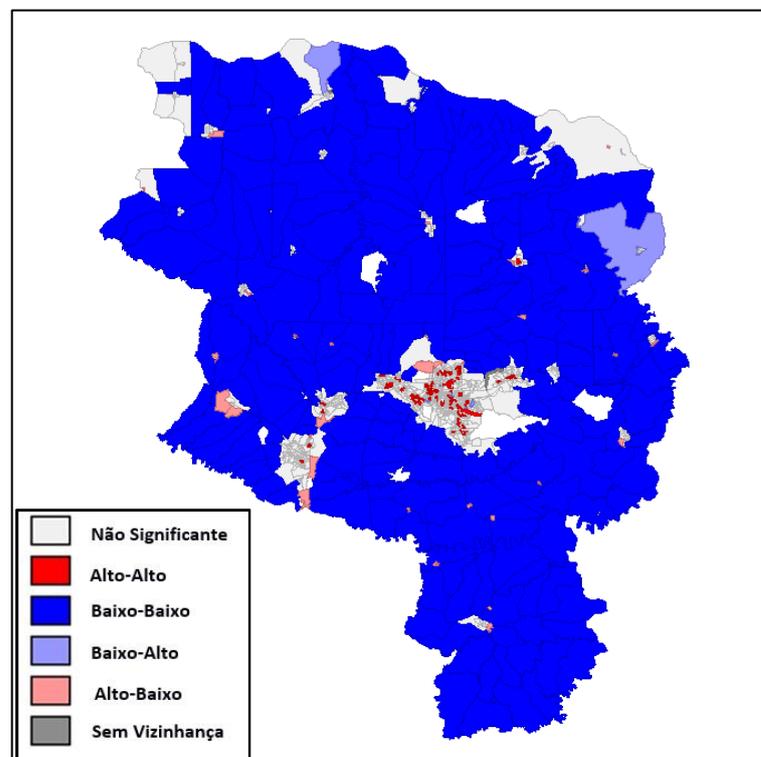
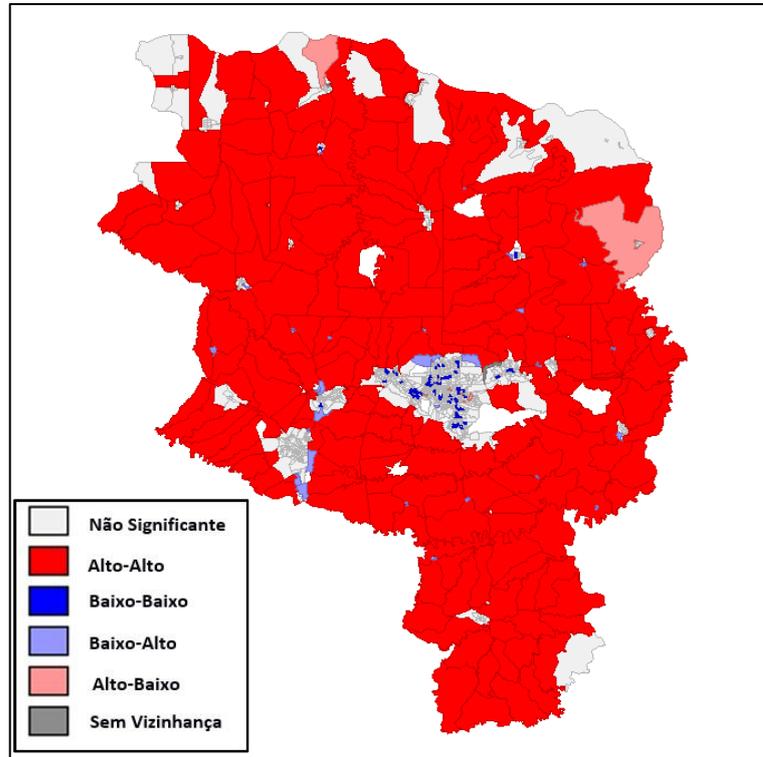
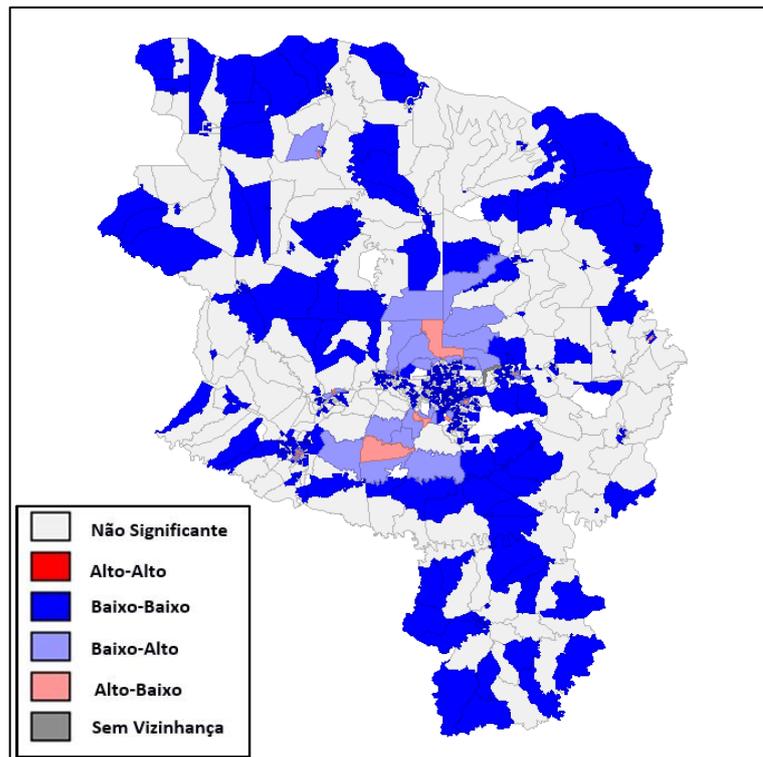


Figura 15 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via poço ou nascente na propriedade



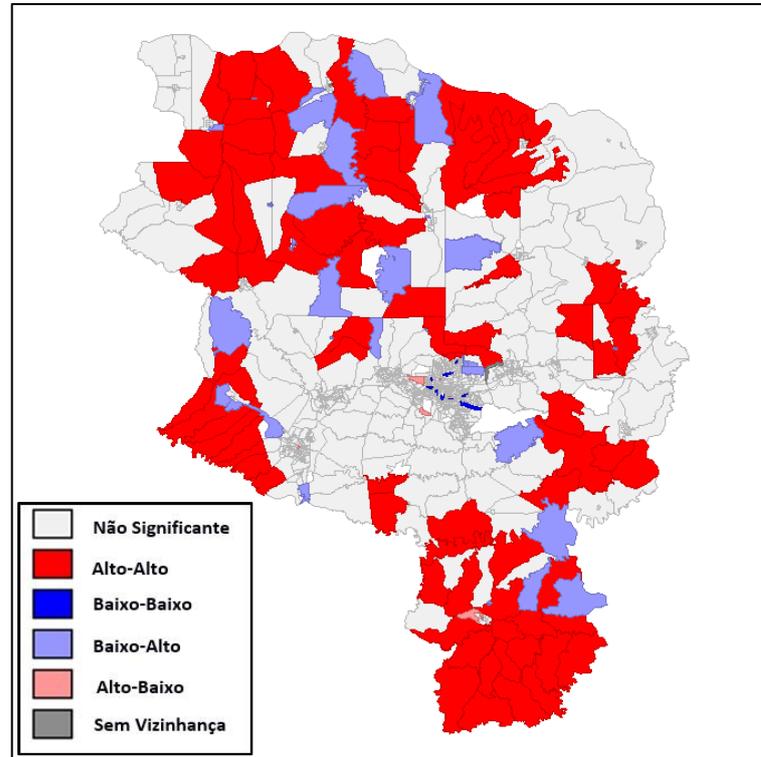
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 16– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via armazenamento em cisterna.



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 17– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de abastecimento de água via outros tipos.



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.2.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os índices de Moran I (Tabela 4), para as variáveis pertinentes ao esgotamento sanitário, apresentaram valores que indicam uma correlação global positiva entre os setores censitários, com exceção do esgotamento via vala, que apresentou índice quase nulo. Destacam-se com alta correlação o esgotamento via rede geral e por meio de fossa rudimentar.

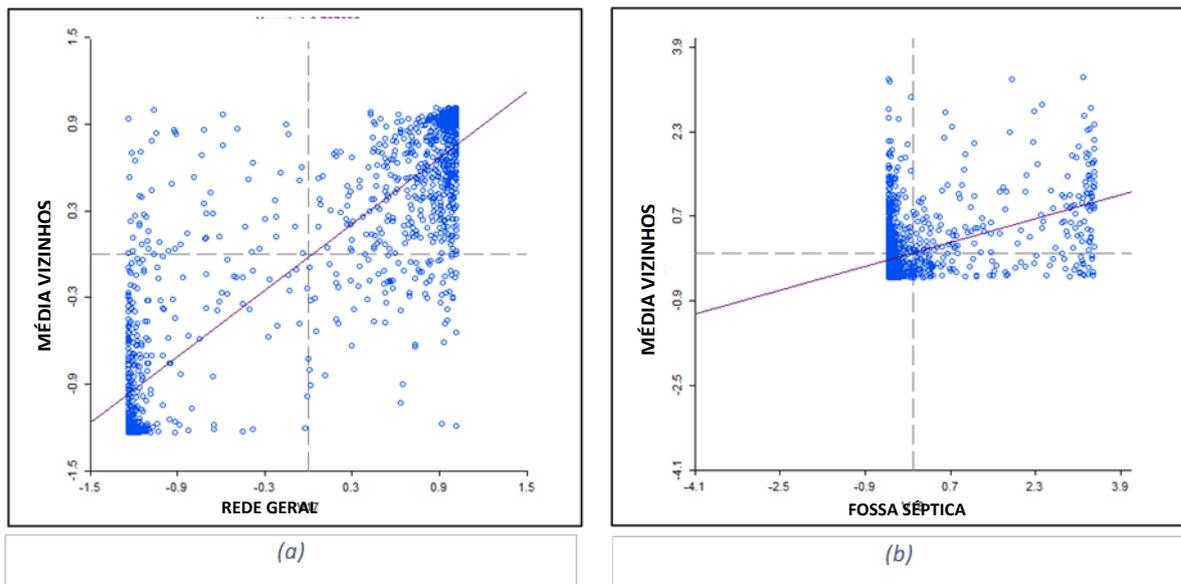
Tabela 4 – Índice de Moran I para esgotamento sanitário na RML

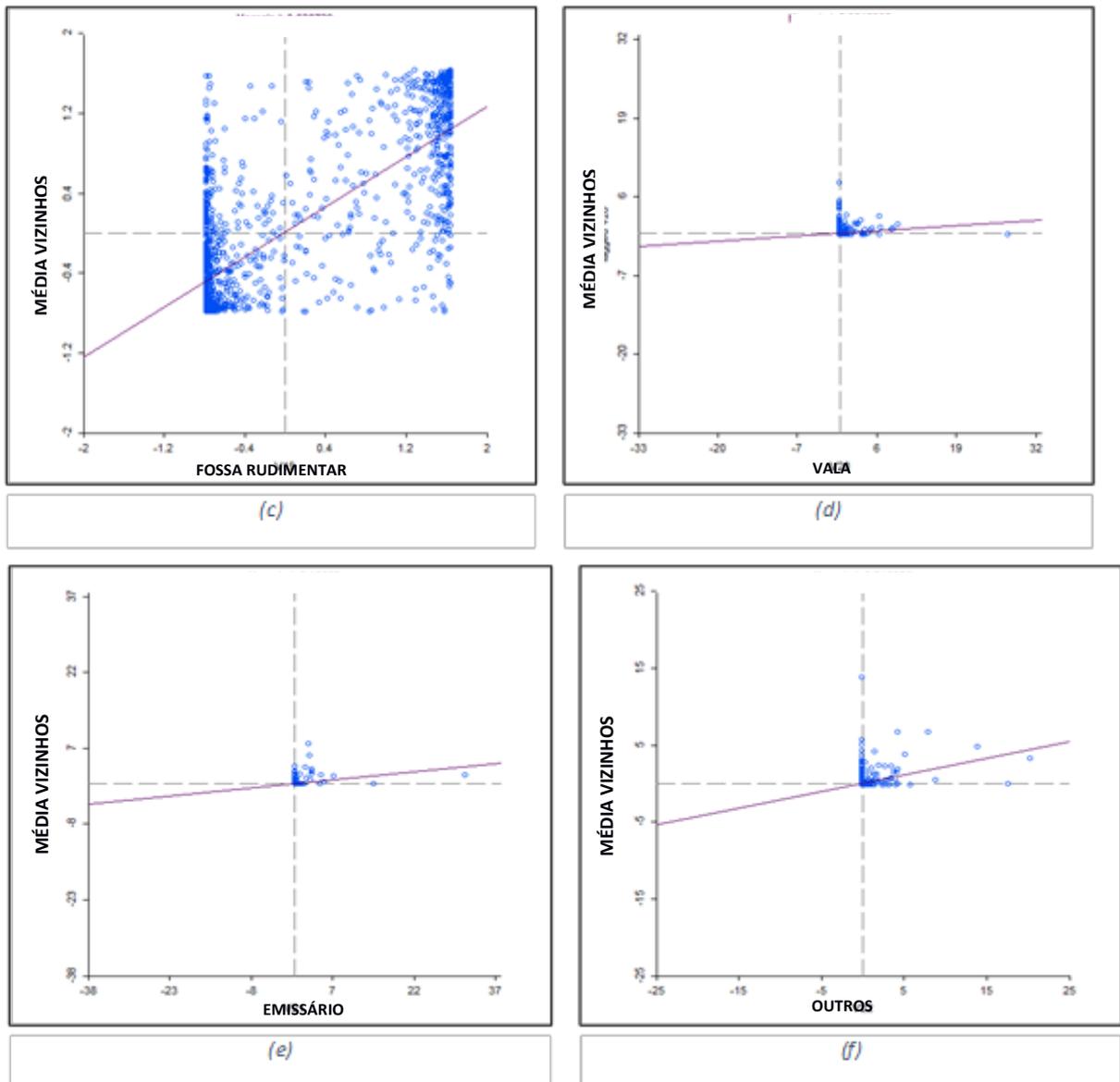
Variável	Índice de Moran I
Rede geral	+0,77
Fossa séptica	+0,28
Fossa rudimentar	+0,62
Vala	+0,06
Emissários	+0,10
Outros tipos	+0,21

Fonte: Autoria Própria (2017)

O espalhamento pelos diagramas de Moran I destaca as relações observadas espacialmente entre os setores censitários. O esgotamento via rede geral (Figura 18 – a) indicou que há presença tanto do regime de baixo-baixo, quanto alto-alto. Destes setores, 39% pertencem em sua maioria a área rural para o padrão baixo-baixo, e 52% correspondentes a área urbana para a classe alto-alto, principalmente. O esgotamento via fossa séptica (Figura 18- b) conta com 59% dos setores divididos entre urbanos e rurais com regime do tipo baixo-baixo que indica o compartilhamento de baixos níveis desta modalidade, porém existem um significativo percentual de setores censitários no regime de alto-alto. Pode-se constatar para a modalidade de fossa rudimentar (Figura 18-c) que, na área urbana há uma tendência de possuir baixos níveis, enquanto aproximadamente 30% dos setores compartilham de altos níveis desta modalidade de esgotamento. As outras variáveis, apesar de ter significância, possuem um pequeno número de setores que possuem o tipo de esgotamento indicados.

Figura 18 – Diagrama de espalhamento da métrica de Moran I para os dados de esgotamento sanitário. (a) via rede geral; (b) via fossa séptica; (c) via fossa rudimentar; (d) via vala; (e) via emissário e (f) outros tipos



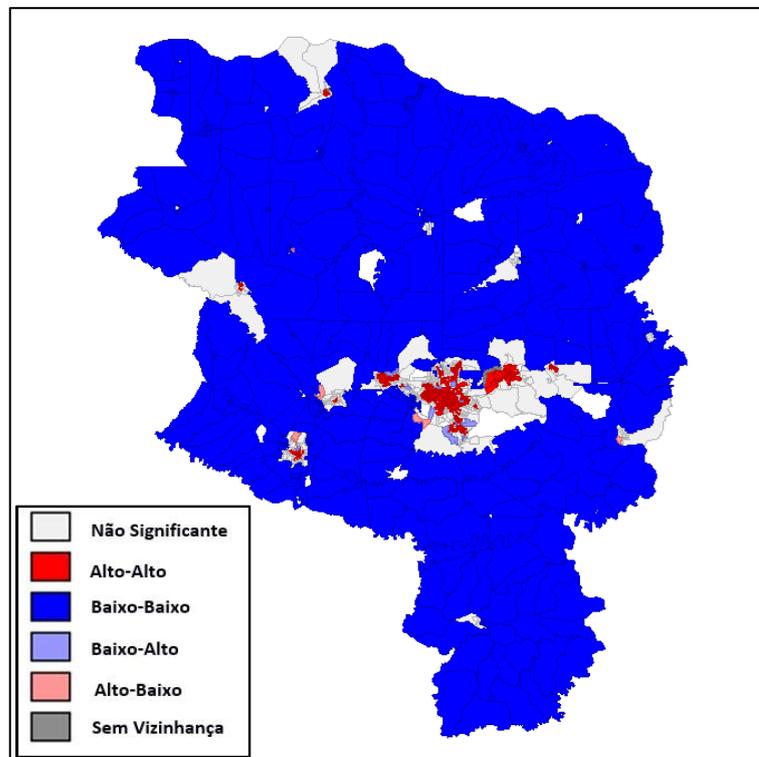


Fonte: Autoria Própria (2017)

Os resultados do LISA para esgotamento sanitário auxiliam na interpretação do regime espacial dos mapas. Para o esgotamento via rede geral (Figura 19) as áreas onde as relações compartilham de altos níveis de rede são em sua maioria urbanas devido à malha de esgoto, já as regiões rurais apresentam baixas adesões a este tipo de esgotamento haja visto que o esgoto via rede geral é difícil de ser encontrado em áreas não urbanas. Para o esgotamento via fossa séptica (Figura 20) é possível constatar algumas regiões ao redor na cidade de Londrina que compartilham deste tipo de esgotamento com porcentagens elevadas, pode ser notado ainda conglomerados a norte no município de Londrina, Ibiporã, Arapongas e Miraselva (destacados pela cor vermelha na Figura 25).

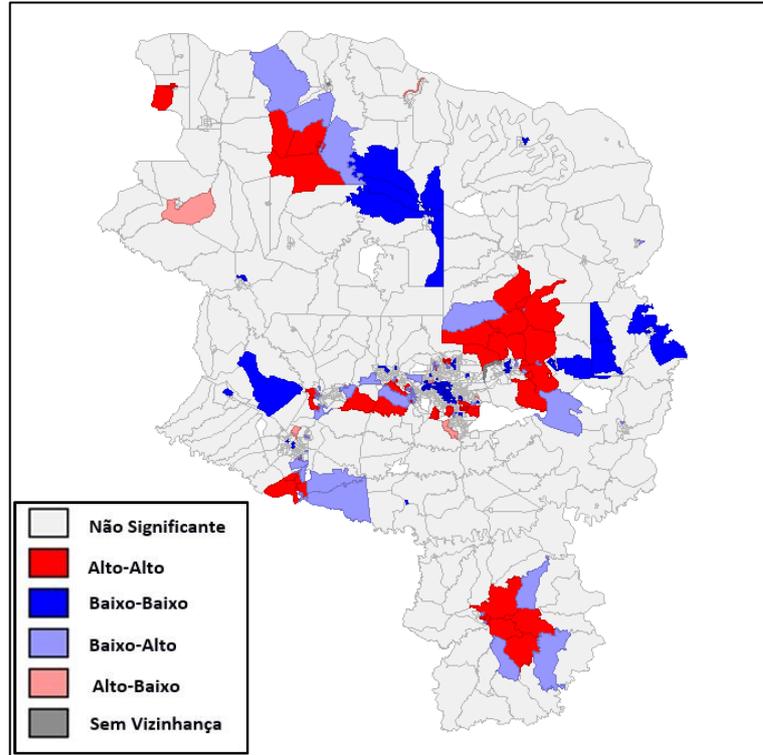
O esgotamento via fossa rudimentar (Figura 21) possui características conforme já descrito na análise do diagrama de Moran I. Nas regiões rurais, o alto nível deste tipo de destinação de efluentes domésticos é compartilhado pela maior parte dos setores, enquanto nos urbanos é possível verificar o oposto, ou seja, os agrupamentos espaciais possuem baixos valores para este método. O tipo de coleta de esgoto via vala (Figura 22) tem alta adesão em setores nas regiões rurais dos municípios de Jaguapitã, Guaraci, Florestópolis, Centenário do Sul, Uraí e Assaí; destacados na figura 16-g com a cor verde. O esgotamento via emissários (Figura 23) não demonstrou conglomerados em alto-alto ou baixo-baixo, haja visto que esta modalidade é praticada em larga escala, normalmente em cidades litorâneas; porém há um número restrito de setores que apresentaram regime alto-baixo e baixo alto restritos principalmente aos municípios ao norte da RML devido à presença do Rio Paranapanema. Há pelo mapa do LISA um grande conglomerado de setor alto-alto no município de Centenário do Sul, Assaí e Londrina para outros tipos de escoadores (Figura 24).

Figura 19 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via rede geral.



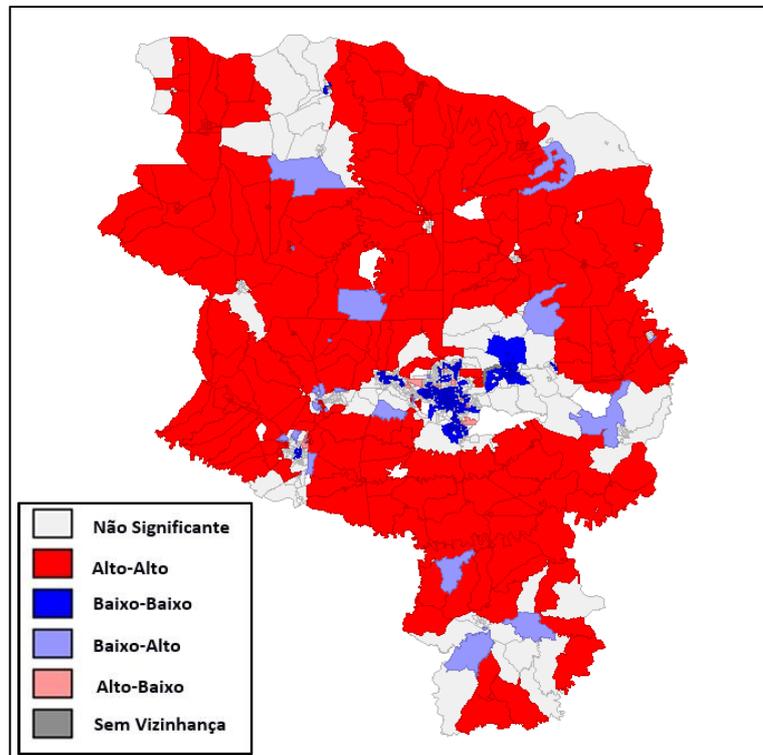
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 20- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via fossa séptica.



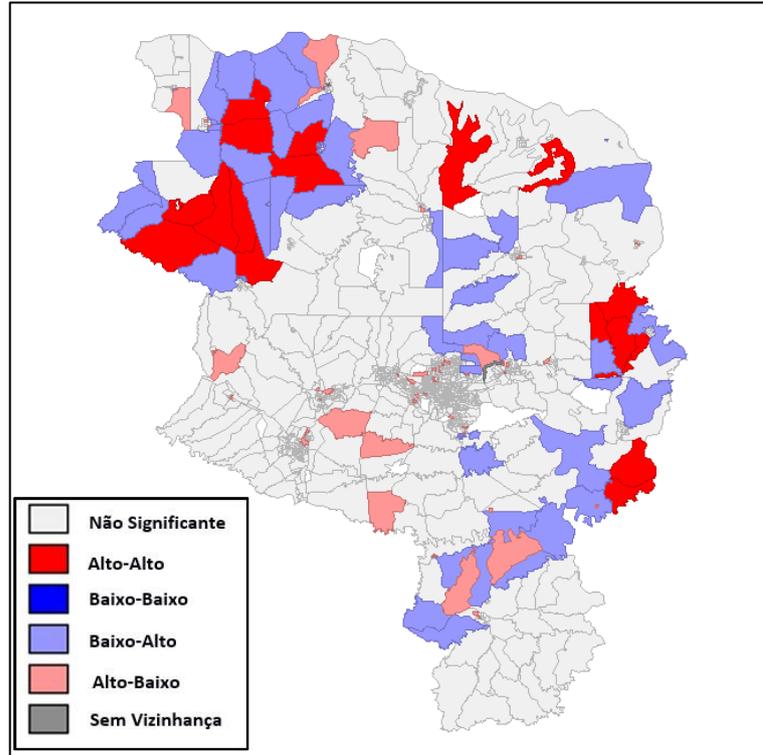
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 21- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via fossa rudimentar.



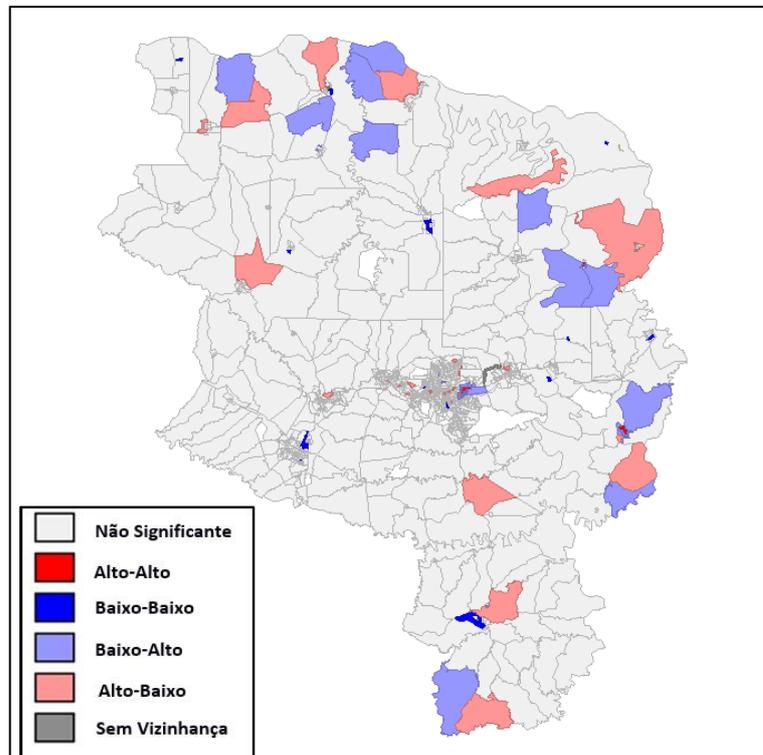
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 22- Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via vala.



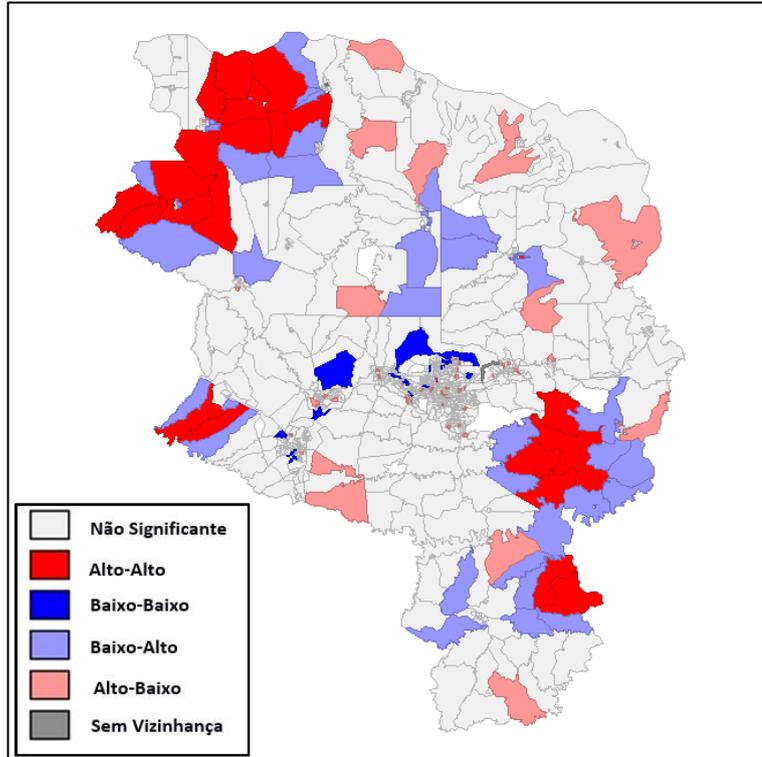
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 23 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário via emissário.



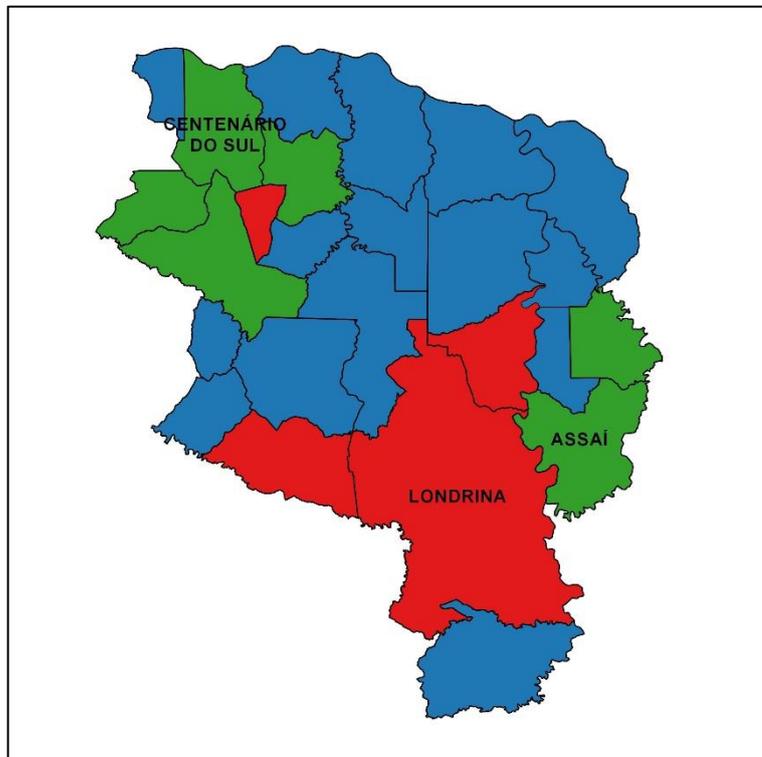
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 24 - Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de esgotamento sanitário outros tipos.



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 25 - Mapa dos limites dos municípios da RML



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo os índices globais de Moran I (Tabela 5) para resíduos sólidos urbanos, demonstra-se que há tendência entre os setores para a destinação por empresa coletora e queima. A destinação via lançamento em terrenos baldios, enterro e outros tipos apresentaram correlação baixa. O lançamento em corpos d'água não apresentou significância, ou seja, não há tendência entre os vizinhos para este tipo de destinação.

Tabela 5– Índice de Moran I para resíduos sólidos urbanos na RML

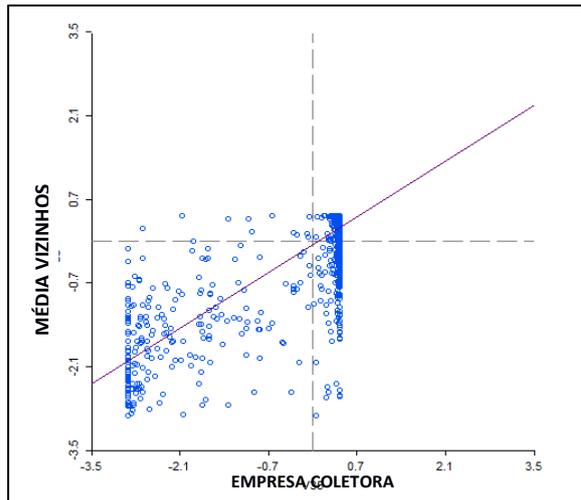
Variável	Índice de Moran I
Empresa Coletora	+0,66
Queima	+0,66
Enterro	+0,27
Lançamento em terrenos baldios	+0,16
Lançamento em corpos d'água	-0,002
Outros tipos	+0,25

Fonte: Autoria Própria (2017)

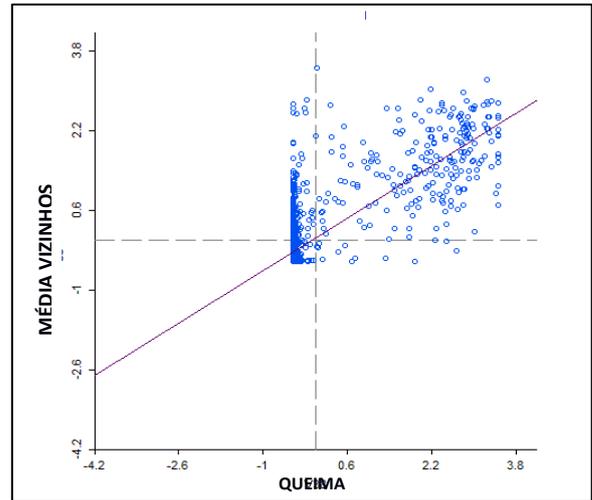
Os diagramas de espalhamento de Moran, para a destinação de resíduos sólidos urbanos por empresa coletora (Figura 26 – a) com frequência de no mínimo uma vez na semana, é do tipo alto-alto, com pequena porcentagem no quadrante baixo-baixo. Os setores presentes no quadrante alto-alto representam 69% dos setores da RML abrangendo principalmente setores urbanos; já aqueles do tipo baixo-baixo refletem os 15,34% dos setores que possuem regime de baixos níveis desta destinação entre eles representados principalmente pelos setores rurais; valores estes obtidos na confecção dos gráficos. A queima dos resíduos (Figura 26 – b) e o enterro (Figura 26- c), por sua vez, assumem regimes totalmente opostos à coleta por empresa, pois nestes casos com aproximadamente as mesmas porcentagens é verificado que não há tendência destes métodos nas cidades, enquanto é algo comum em regiões rurais. O lançamento em terrenos baldios (Figura 26 – d) tem baixo índice de Moran I e assume características de ser comum em menos de 6% de toda a RML. Outras destinações aos resíduos produzidos que não sejam as descritas correspondem a aproximadamente 13% de regiões que possuem características de

praticar estes tipos de destinação e compartilham dos mesmos hábitos com seus vizinhos.

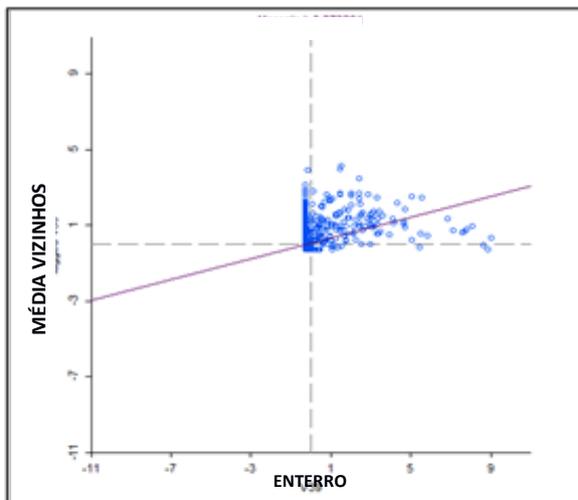
Figura 26– Diagrama de espalhamento da métrica de Moran para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos. (a) empresa coletora; (b) queima; (c) enterro; (d) lançamento em terrenos baldios; (e) lançamento em corpos d’água e (f) outros tipos.



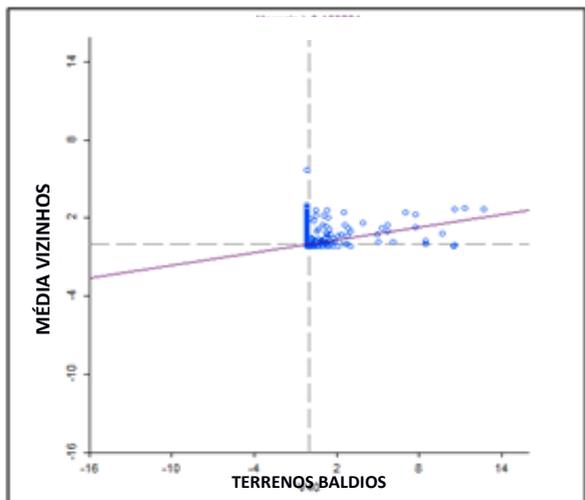
(a)



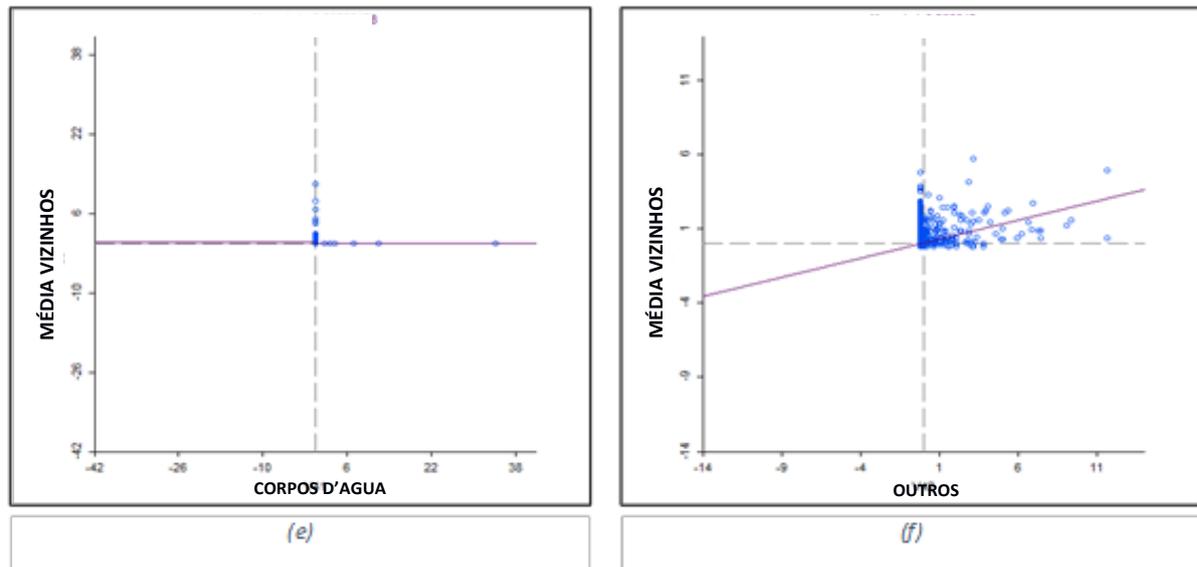
(b)



(c)



(d)

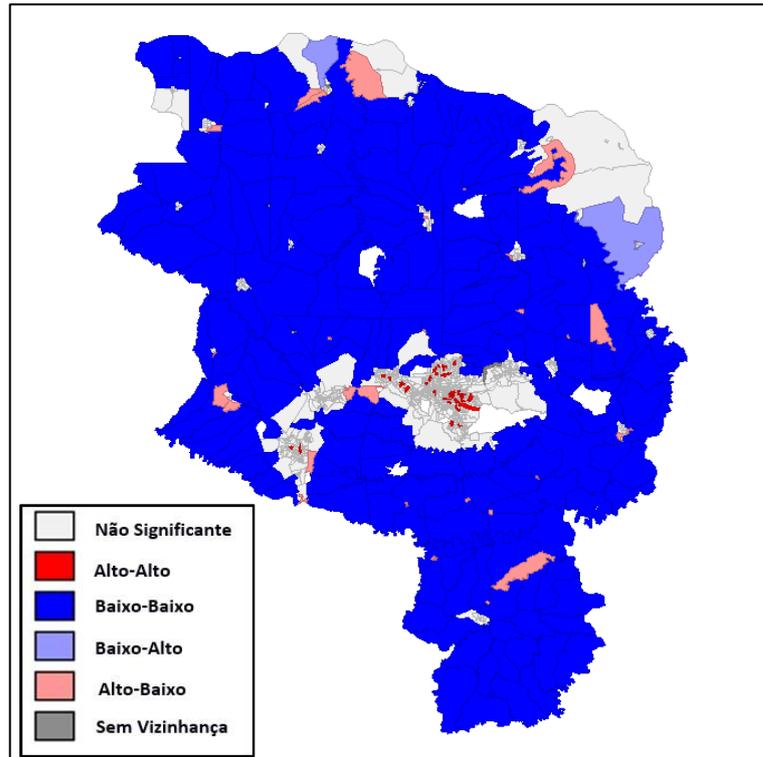


Fonte: Autoria Própria (2017)

O mapa da dependência espacial gerado com o operador do LISA possibilita a visualização das regiões de conglomerados para cada tipo de destinação. Para a coleta por empresa com frequência semanal (Figura 27), é notada claramente em centros urbanos a disposição do tipo alto-alto. Em contrapartida atinge praticamente toda a área rural com o regime baixo-baixo. Este fato deve-se à logística adotada que impossibilita a coleta em áreas rurais devido a distâncias, condições de pavimentação, entre outros; já nas áreas urbanas devido a melhores condições e também à cobrança de taxas relativas à prestação dos serviços, este tipo de destinação é mais comum. Por outro lado, a queima (Figura 28) e enterro (Figura 29) de resíduos na propriedade são características de áreas rurais, por este motivo apresentam regime alto-alto, sendo praticamente imperceptíveis em áreas urbanas principalmente pois nas áreas urbanas é comum a presença de coletores de resíduos.

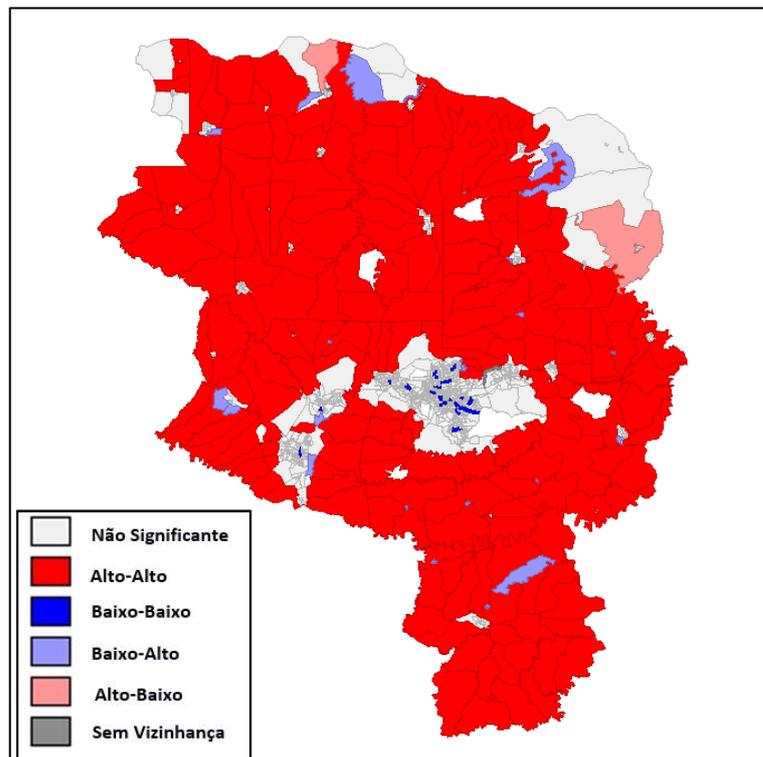
Os resíduos que são lançados em terrenos baldios ou logradouros (Figura 30) estão presentes nas regiões adjacentes ao município de Centenário do Sul, Uraí e Rolândia (representados pela cor vermelha na figura 33). Outros tipos de destinação (Figura 31) que não descritos estão presentes em vários conglomerados onde compartilham de altos níveis com os seus vizinhos nos municípios de Tamarana, Londrina, Rolândia, Sabáudia, Pitangueiras, Cambé, Bela Vista do Paraíso, Prado Ferreira, Jaguapitã e Guaraci (descritos pela cor verde na Figura 33, com exceção do município de Rolândia pois compartilha de mais de um método), fazendo-se presentes principalmente nas áreas rurais destes.

Figura 27– Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por empresa coletora.



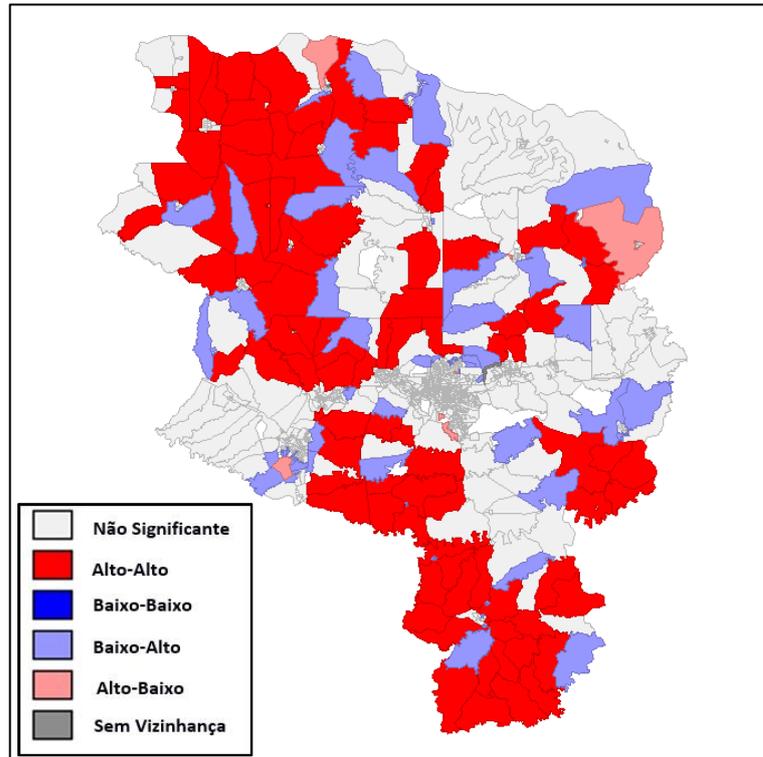
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 28 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por queima.



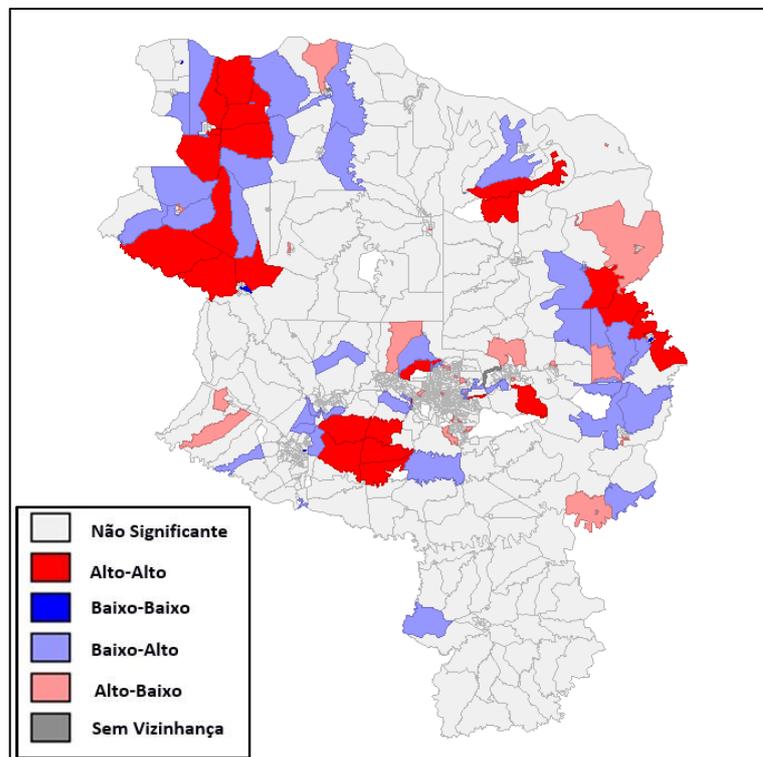
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 29 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por enterro.



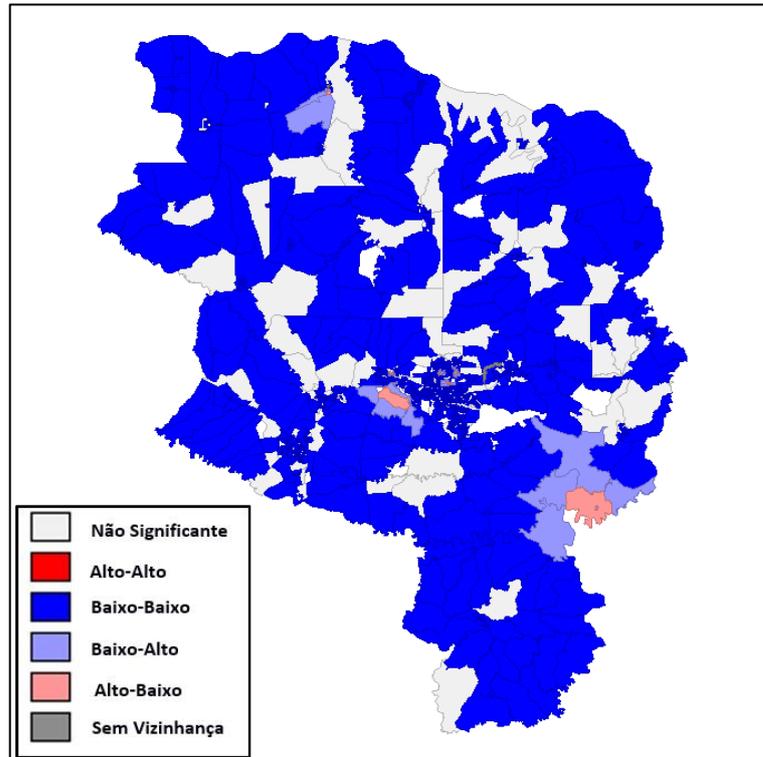
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 30 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por lançamento em terrenos baldios.



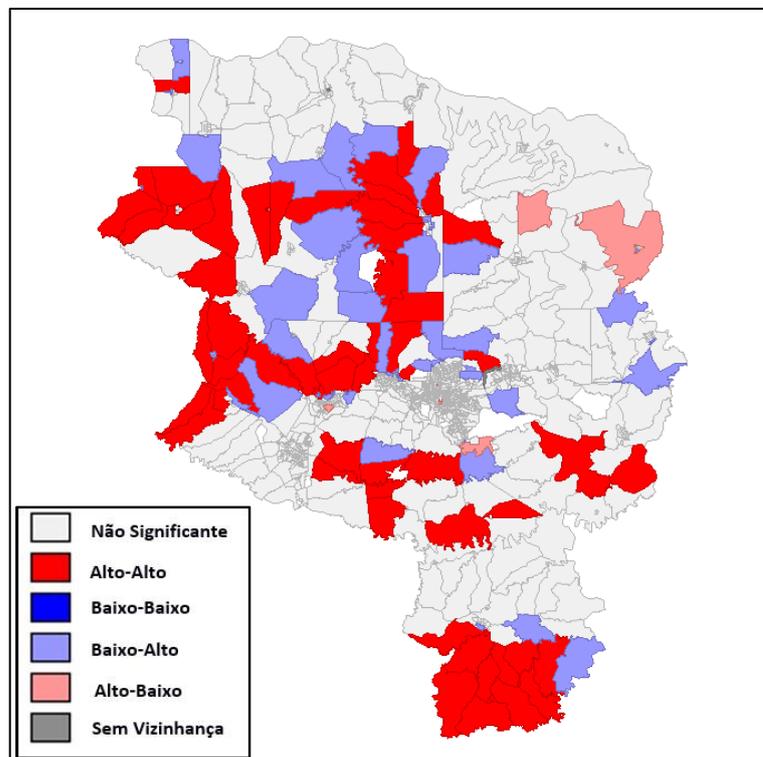
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 31 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por lançamento em corpos d’água.



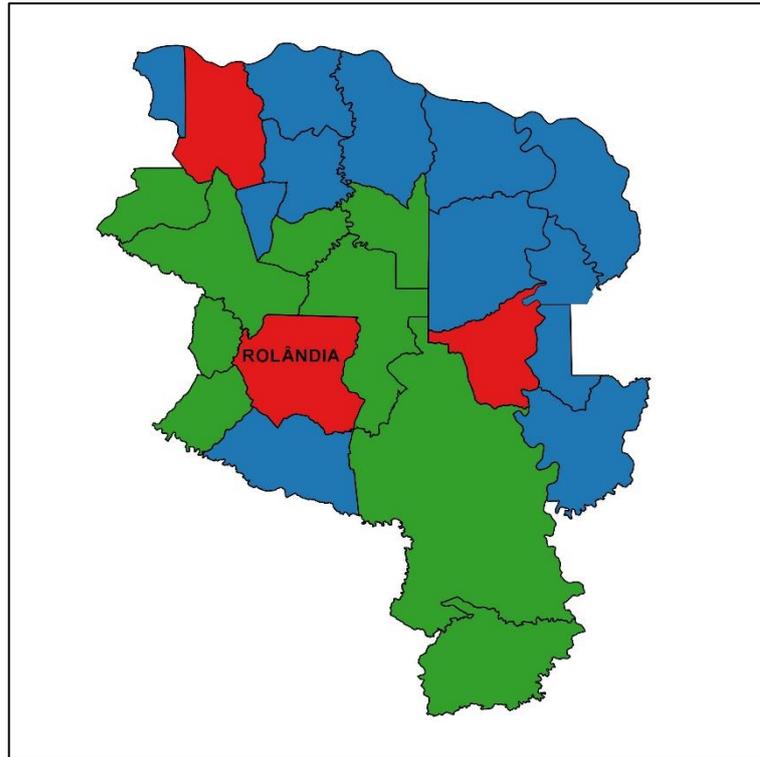
Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 32 – Mapa do indicador local de associação espacial (LISA) para os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos por outros tipos.



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 33 – Mapa limites dos municípios da RML.



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.3 COEFICIENTES DE PEARSON

Os coeficientes de Pearson são utilizados na demonstração da correlação entre duas variáveis, que pode ser visualizada em um gráfico de dispersão e descrita pelo coeficiente de correlação. As variáveis analisadas em conjunto com as relacionadas ao saneamento são educação e renda, pois em conjunto com a expectativa de vida auxiliam na composição do índice de desenvolvimento humano (IDH) de uma nação.

A variável educação é demonstrada em porcentagem, isto é, o número expressa a quantidade de casas com os responsáveis alfabetizados no setor censitário. A variável renda, por sua vez, é definida pelo valor monetário que foi obtido por meio de uma média ponderada com base no salário mínimo, haja vista que as variáveis relacionadas a renda são todas baseadas no salário mínimo nos dados do Censo do IBGE.

Portanto, os gráficos e coeficientes foram obtidos por meio da relação das variáveis abastecimento de água via rede geral, esgotamento sanitário via rede

coletora e coleta de resíduos sólidos domésticos porta-porta com as variáveis educação e renda. Os coeficientes estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Coeficientes de Pearson na RML

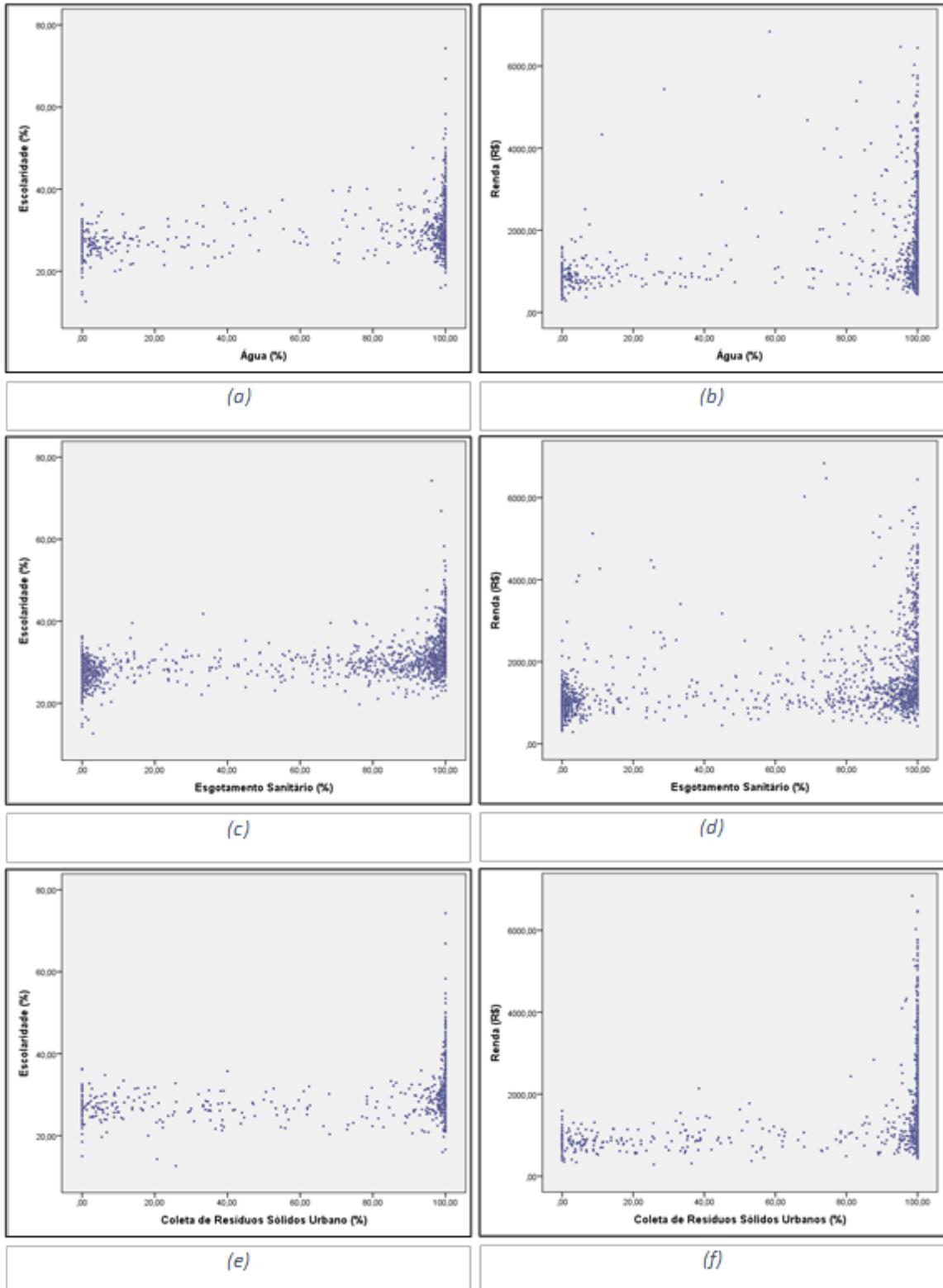
Variável		Coeficiente de Pearson
Socioeconômico	Saneamento	
Educação	Abastecimento de água	0,267
	Esgotamento sanitário	0,441
	Coleta de resíduos sólidos urbanos	0,266
Renda	Abastecimento de água	0,227
	Esgotamento sanitário	0,407
	Coleta de resíduos sólidos urbanos	0,268

Fonte: Autoria Própria (2017)

Pela relação dos gráficos da Figura 34 é possível inferir se há ou não a influência de condições socioeconômicas na distribuição dos serviços de saneamento. Quando tratado de nível educacional é verificado que não ocorrem casos onde setores com alto nível de alfabetização não possuem saneamento, ocorrendo apenas em locais onde a alfabetização está presente em menos de 40% dos domicílios do setor. Porém, verifica-se que não se pode concluir que há diferenciação da oferta dos serviços de saneamento em relação com o nível de alfabetização, haja visto que são poucos os casos de áreas com alfabetização elevada; sendo na sua maioria áreas com baixo nível de instrução e com o serviço de saneamento próximo a 100%.

Na relação com a renda o mesmo é observado, não existem locais onde há uma alta concentração de renda e não existe o serviço de saneamento, com exceção de alguns setores localizados na região rural. Por outro lado, há muitos setores onde a renda do domicílio não ultrapassa R\$ 2000,00 e o serviço é oferecido em sua totalidade. Portanto, verifica-se que os locais onde não há oferta dos serviços são setores de baixa renda, porém a maioria dos setores são beneficiados independente da condição econômica dos mesmos.

Figura 34 – Gráfico de Dispersão entre parâmetros socioeconômicos e saneamento. (a) Abastecimento de água e escolaridade; (b) Abastecimento de água e renda; (c) Coleta de esgoto sanitário e escolaridade; (d) Coleta de esgoto sanitário e renda; (e) Coleta de resíduos sólidos urbanos e escolaridade; (f) Coleta de resíduos sólidos urbanos e renda.



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.4 ANÁLISE TEMPORAL DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO EM LONDRINA

O censo realizado anterior ao de 2010 foi datado no ano de 2000. Nestes 10 anos houve um crescimento urbano na cidade, como pode ser constatado por meio da análise visual das Figuras 35, 36, 37. Diante desta evolução, é importante saber se houve avanço do saneamento na RML.

Apenas a cidade de Londrina foi destacada nesta comparação devido a sua importância na região, para uma melhor visualização dos mapas e principalmente pela falta de arquivos georreferenciados com os setores censitários do censo realizado em 2000. Foram avaliados os três aspectos principais do saneamento: abastecimento de água via rede geral, esgotamento sanitário via rede coletora e coleta de resíduos sólidos domésticos. É possível verificar na Tabela 7 os valores percentuais dos setores presentes nas faixas utilizadas no mapa.

Tabela 7– Distribuição dos setores quanto ao saneamento nos limites definidos no mapa entre os censos de 2000 e 2010

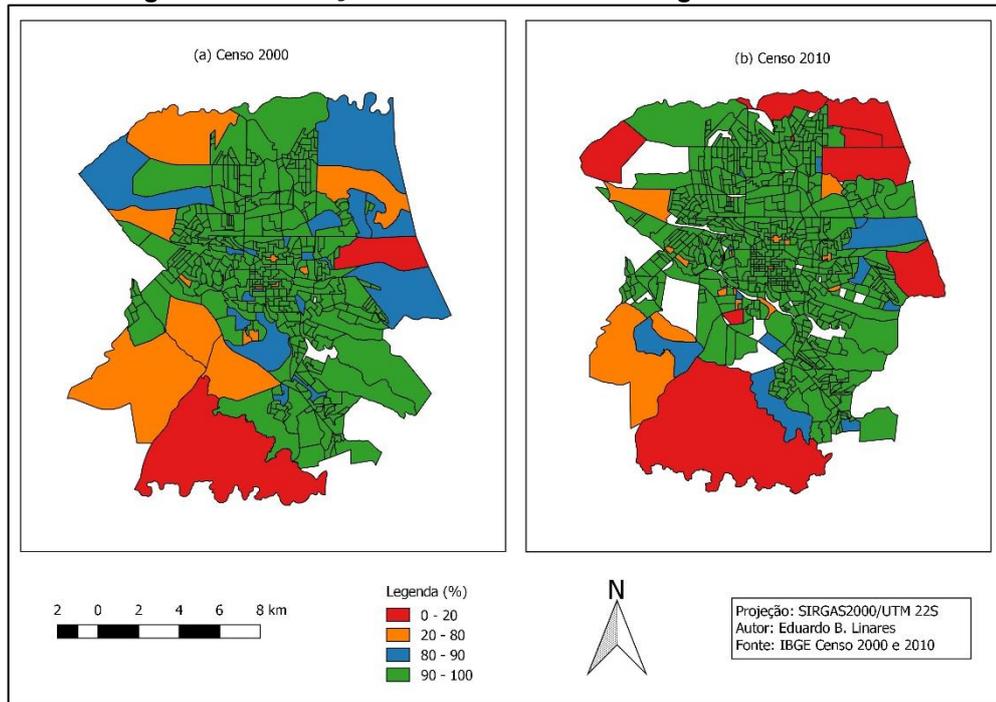
Variável	Faixas de Porcentagem (%)	Porcentagem de Distribuição (%)		
		Ano	2000	2010
Água	90-100		91,5	93,7
	80-90		4,6	2,0
	20-80		3,3	2,8
	0-20		0,6	1,5
Esgoto	90-100		41,6	66,3
	80-90		10,3	8,9
	20-80		25,1	10,8
	0-20		23,0	14,0
Resíduos Sólidos	90-100		92,3	97,6
	80-90		4,6	0,9
	20-80		3,1	0,6
	0-20		0	0,9

Fonte: Autoria Própria (2017)

A análise do abastecimento de água (Figura 35) permite constatar que na região central onde existiam alguns setores com distribuição menor que 80% no ano de 2000, hoje estes são mais escassos. No mapa referente a 2010, principalmente ao norte constata-se a distribuição de água acima dos 90% em sua maioria. Portanto,

conclui-se que o sistema de abastecimento de água evoluiu ao longo da década, principalmente atingindo áreas de ocupação recente. Nota-se pela Tabela 7 que o percentual dos setores que ocupam a faixa de 0-20 aumentou de 0,6 para 1,5, isto se deve pela divisão e conseqüente surgimento de novos setores.

Figura 35– Evolução do abastecimento de água em Londrina

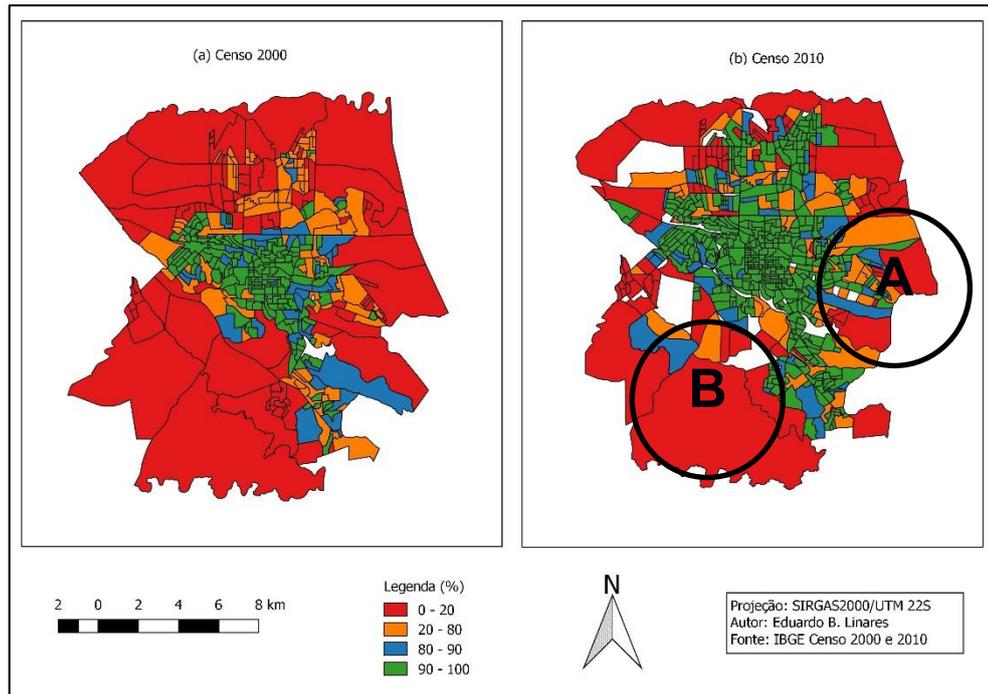


Fonte: Autoria Própria (2017)

A evolução do esgotamento sanitário é de fácil observação quando analisados os mapas temáticos dos dois censos pela Figura 36. No ano de 2000 constata-se que apenas a região central da metrópole tinha um sistema coletor razoável, sendo que ainda havia um considerável número de setores com coleta abaixo dos 80%. As regiões adjacentes a central não possuíam ou possuíam parcialmente um sistema de coleta de esgoto.

No mapa referente ao censo realizado em 2010 é verificado que não apenas a região central teve uma significativa evolução, mas também naquelas onde houve a expansão urbana principalmente ao norte e leste do mapa. Ao norte do mapa é possível verificar que os setores que antes possuíam esgoto parcialmente, hoje possuem em quase toda a extensão dos setores censitários. Apesar da evolução, é visível que ainda existem setores com déficit de rede coletora principalmente em algumas regiões novas da cidade, como as áreas A e B destacadas na Figura 36.

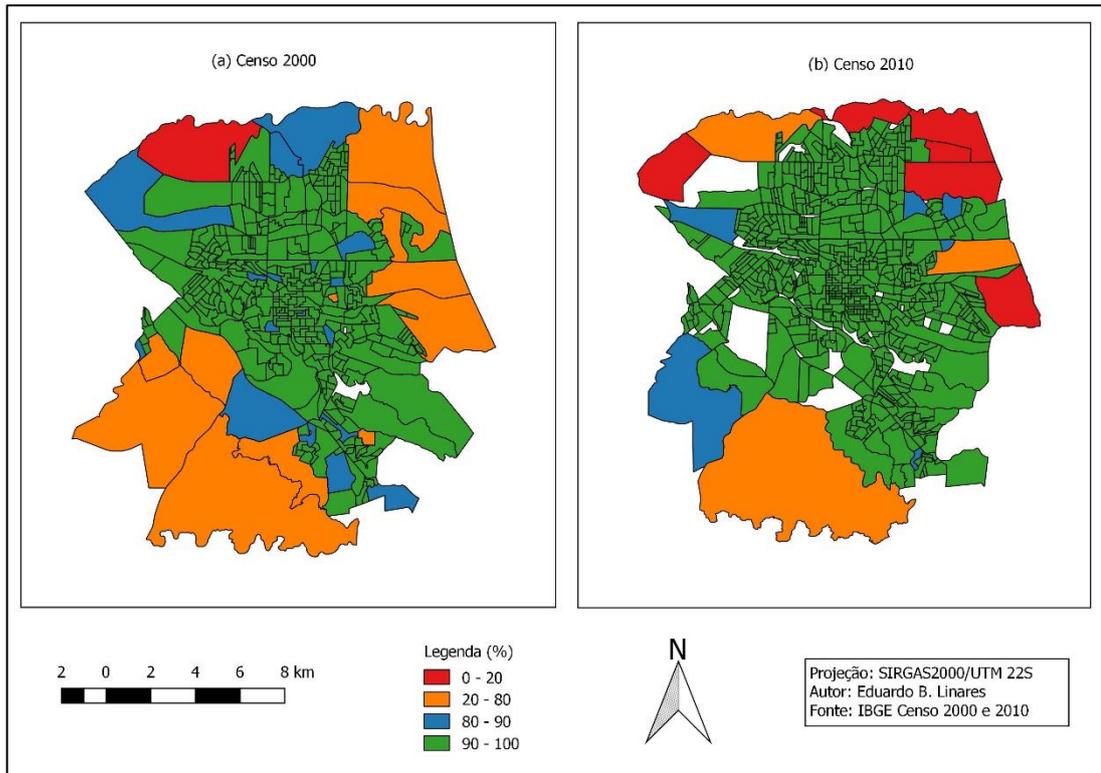
Figura 36 – Evolução esgotamento sanitário em Londrina



Fonte: Autoria Própria (2017)

Por meio do mapa (Figura 37) pode-se constatar que o sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos se manteve-se satisfatório, haja visto que o sistema atingia grande parte da cidade, e continuou atingindo mesmo com o crescimento urbano. Em alguns casos isolados onde havia uma coleta que não era total – estes setores principalmente na região central – houve uma melhora. O sistema de coleta é mais adaptável ao crescimento pelo menor impacto imediato realizado para este sistema em contrapartida com os demais. Isto ocorre pelo fato que coleta necessita de um aterro sanitário que é programado para suportar o aumento no volume coletado com o aumento da população, de equipamentos e uma logística adequada. Portanto, quando cria-se um novo conjunto habitacional é necessário uma adaptação da rota. Por outro lado, os sistemas de água e esgoto necessitam de obras de infraestrutura que demandam um longo tempo para que sejam realizadas.

Figura 37 – Evolução da coleta de resíduos sólidos urbanos em Londrina



Fonte: Autoria Própria (2017)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da avaliação da variabilidade espacial dos indicadores de sustentabilidade na RML foi possível constatar que existe correlação espacial nos setores censitários para os dados referentes as variáveis do saneamento. Já as análises dos dados socioeconômicos não exibiram grandes tendências de concentração. A análise temporal para os mesmos dados mostrou uma evolução em todas as áreas do saneamento.

O principal padrão verificado foi o predomínio nas áreas urbanas do abastecimento de água via rede geral, esgotamento sanitário via rede coletora e coleta de resíduos sólidos domésticos. Por outro lado, as áreas rurais utilizam-se de poços e nascentes para o abastecimento de água, do esgotamento via fossa rudimentar e da queima dos resíduos nas propriedades.

Os gráficos e coeficientes de Pearson que combinaram dados do saneamento com informações socioeconômicas apresentaram uma pequena tendência em não existir áreas onde há uma elevada concentração de renda e escolaridade sem serviços de saneamento em níveis satisfatórios. Porém, no geral, foi constatado que independente da renda ou escolaridade os serviços de saneamento estão presentes em muitos setores censitários.

Há uma evolução do saneamento em relação à década inicial do segundo milênio na cidade de Londrina, indicando que, embora haja um espaço para melhora, existe um desenvolvimento nesta área.

Como trabalhos futuros, nota-se a importância de realizar a análise com os novos dados do Censo que forem produzidos no ano de 2020, focando apenas nos setores censitários da área urbana, comparando os municípios da RML entre si, haja vista que observou-se um certo padrão no setores da área rural.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>.

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Alínea, 2012. 498 p. ISBN 978-85-7516-601-7.

ANSELIN, L. Local Indicators of spatial association- LISA. **Geographical Analysis**. V.27, p.91-115, 1995.

BARROSO, L. R. **Saneamento básico: competências constitucionais da União, Estados e Municípios**. 2002.

BRASIL. Lei nº 9.433/97. **Política Nacional de Recursos Hídricos** 1997.

BRASIL. Lei 12.305/2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, p. 21, 2010.

BRASIL. Portaria 2914/2011. **Diário Oficial da União**, v. 2011, p. 1–16, 2011.

CÂMARA, G; CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. **Análise espacial de áreas**. In: Análise espacial de dados geográficos, eds. FUKS, S.D.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G. A. M. V. – Divisão de Processamentos de Imagens – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos – Brasil. 2002. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>> Acesso em 7 de outubro de 2016.

CARDOSO, C. E. DE P. **Dependência espacial**. p. 10, [s.d.].

CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. Cap 5 - Análise de Dados de Área. **Análise Espacial de Dados Geográficos**, v. 0, p. 44, 2004.

MPB ENGENHARIA. **VALORES FINANCEIROS DE REFERÊNCIA**. [s.l: s.n.].

Disponível

em:

<http://www.beneditonovo.sc.gov.br/uploads/870/arquivos/913686_Anexos.pdf>.

FERREIRA, J. A.; ANTONIO, L. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais Public and occupational health issues related to municipal solid waste management. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 689–696, 2001.

FIGUEIREDO; ARROJA, L. **Abastecimento de Água e Saneamento**. [s.l: s.n.]. v. 7

FILHO, D. B. F.; JÚNIOR, J. A. D. S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115–146, 2009.

FOLETO, E. M.; FOLLMANN, F. M. **Recarga de aquífero em Santa Maria/RS: A importância desta área protegida**. p. 223–233, 2007.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2008.

IBGE. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Universo, p. 211, 2011.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

JOLY, F. **A Cartografia**. Editora Papirus, São Paulo, 2005. (8ª Edição).

KIRKEGAARD, E. O. W. **Some methods for measuring and correcting for spatial autocorrelation**. p. 17–18, 2015.

KLOSTERMANN, G. **Índice de Moran para verificação de dependência espacial com aplicação ao IDH dos municípios paranaenses**. 2013.

KUROKAWA, E.; BORNIA, A. Utilizando o histograma como uma ferramenta

estatística de análise da produção de água tratada de Goiânia. **XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 2002.

MACHADO, J. P.; OLIVEIRA, R. M. DE; SOUZA-SANTOS, R. [Spatial analysis of dengue occurrence and living conditions in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil]. **Cadernos de saúde pública**, v. 25, n. 5, p. 1025–1034, 2009.

MARCONATO, R.; LAROCCA, A. P. C.; QUINTANILHA, J. A. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 1, p. 5–21, 2012.

MARQUES, J. L.; CASTRO, E. A.; BHATTACHARJEE, A. A localização urbana na valorização residencial : Modelos de autocorrelação espacial. **Cabo Verde**, 2009.

MIRANDA, A. B. DE; TEIXEIRA, B. A. DO N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 279, 2004.

NASCIMENTO, L. F. C.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W.; CATELANI, C. S.; BECKER, D.; RODRIGUES, L. Análise espacial da mortalidade neonatal no Vale do Paraíba , 1999 a 2001 Spatial analysis of neonatal mortality in Paraíba Valley , Southeastern Brazil , 1999 to 2001. **Human Development**, v. 41, n. 1, p. 94–100, 2007.

NEVES, M. C.; RAMOS, F. R.; CAMARGO, E. C. G.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. **Análise Exploratória de Dados Sócio-econômicos de São Paulo**. v. 1, n. 1998, p. 11, 2000.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. D. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, p. 411–420, 2009.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA. **Perfil da Região Metropolitana de Londrina**. 2014.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA. **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE LONDRINA – PR.** [s.l: s.n.].

RIBEIRO, J.; ROOKE, J. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente ea saúde pública.** Juiz de Fora, MG, p. 13, 2010.

SANTOS, L. ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS : A UTILIZAÇÃO DA EXPLORATORY SPATIAL DATA ANALYSIS - ESDA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS (SP) Spatial analysis of Geographic Data: the use of the Explorato. **Sociedade & Natureza**, v. 18, n. 35, p. 97–107, 2006.

SOUSA, Á. **Coefficiente de Correlação Linear de PearsonActa Cirurgica Brasileira.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502002000800001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

TRATA BRASIL. **Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população.** [s.l: s.n.].

UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.** [s.l: s.n.].