



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

**Acessibilidade à educação do ensino médio do município de São
Paulo através do Geoprocessamento**

Larissa Yuri Onishi

Natalia Naomi Ishikawa

Yuri Lucas Paz

São Paulo

2018

Larissa Yuri Onishi
Natalia Naomi Ishikawa
Yuri Lucas Paz

**Acessibilidade à educação do ensino médio do município de São
Paulo através do Geoprocessamento**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Graduação em
Engenharia Civil.

Orientadora: Professora Mariana A. Giannotti

São Paulo

2018

PÁGINA DE CATALOGAÇÃO

Onishi, Larissa Yuri; Ishikawa, Natalia Naomy; Paz, Yuri Lucas

Acessibilidade à educação do ensino médio do município de São Paulo através do Geoprocessamento / L. Y. Onishi, N. N. Ishikawa, Y. L. Paz -- São Paulo, 2018.

95 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Educação 2.Geoprocessamento 3.Acessibilidade 4.Transportes Urbano
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia
de Transportes II. Giannotti, Mariana Abrantes, orient.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por nossas vidas, amigos e familiares. (Larissa)

Agradecemos (todos):

À Professora e nossa orientadora Mariana A. Giannotti, por todo o apoio, suporte e incentivo para realizar esse trabalho.

Ao doutorando Diego B. Tomasiello, por nos ajudar com as nossas dúvidas sobre a rede e sobre os cálculos de acessibilidade.

À Beatriz M. dos Santos, por estar sempre disposta a nos ajudar e esclarecer dúvidas quanto às nossas análises feitas no trabalho.

À Bruna Pizzol, por nos ajudar com nossas dúvidas em diversas análises do trabalho.

Ao Mateus Humberto Andrade, que mesmo distante se disponibilizou para nos dar ideias para realizar uma análise mais abrangente e melhor na realização do trabalho.

Aos integrantes do grupo, pois sem a colaboração e dedicação de cada um, esse trabalho não teria sido realizado.

Aos nossos amigos e familiares por estarem sempre presentes, nos ajudando a superar as dificuldades.

RESUMO

Educação é um direito social e é essencial para o desenvolvimento socioeconômico de um indivíduo ou grupo. Porém o acesso à educação de qualidade não é igual a todos no Brasil. Problemas na qualidade do ensino muitas vezes se somam às restrições de acessibilidade proporcionada por um sistema de transporte deficiente.

Este trabalho tem como objetivo analisar a acessibilidade às Escolas de Ensino Médio do Município de São Paulo (tanto da rede pública quanto da particular), fazendo uso de ferramentas de geoprocessamento para relacionar a qualidade educacional de uma escola com a facilidade de acesso a ela, visando à proposição de indicadores de planejamento urbano que auxiliem a tomada de decisões.

Para tanto, foram utilizados os dados do fornecidos pelo INEP, dos quais foram selecionados 6 indicadores de 2016 (Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM; Taxa de Aprovação na 3ª Série do Ensino Médio; Taxa de Abandono na 1ª Série do Ensino Médio; Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª Série do Ensino Médio; Média de Horas Aula-Diária; Média de Alunos por Turma) como atributos básicos de qualidade, além de uma rede viária de transporte público e outra de transporte individual para criar um índice de acessibilidade à educação. O método das oportunidades acumuladas foi adaptado para o desenvolvimento de um índice que se considera um fator de qualidade das escolas.

Espera-se que este trabalho possa auxiliar o desenvolvimento nas análises futuras do acesso à educação do município de São Paulo e na proposição de soluções para a desigualdade de acessibilidade à educação.

Palavras-chave: educação; transporte urbano; geoprocessamento; São Paulo; acessibilidade.

ABSTRACT

Education is a social right and is essential for the socioeconomic development of an individual or a group. However, in Brazil, the access to quality education is not equally distributed. That happens for many reasons, from poor quality level in many educational institutions to deprived offering of them in locations of more isolated or low-income populations, further reinforcing social inequality.

This study seeks to analyze the accessibility to High Schools in the city of São Paulo (both public and private), through the usage of geoprocessing tools in order to relate the educational quality of a school to its access and produce indicators to assist and support urban planning future decisions.

To do so, it was used the data from the INEP, comprised of 6 educational indicators of 2016 (ENEM, Approval rate, Abandonment rate, Age-grade distortion, and average daily class hours, average number of students per class), that were used as attributes of quality, and a transport network for both public and individual transportation to calculate an accessibility index. It was developed an index that combines the schools quality to the cumulative opportunities calculation.

It is expected that this work may contribute to the development of future analysis regarding accessibility to education, especially for the city of São Paulo and in proposing solutions for the inequality of accessibility to schools.

Key-words: education; urban transportation; geoprocessing; São Paulo; accessibility.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Viagens em relação ao modo de transporte utilizado (Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa OD).....	15
Figura 2: Pesquisa OD 2007, viagens por motivo. (Elaborado pelos autores a partir dos dados da Pesquisa OD)	17
Figura 3: Modos de viagem com motivo educação. (Elaborado pelos autores a partir dos dados da Pesquisa OD)	18
Figura 4: Distribuição de todas as escolas no município de São Paulo. (Elaborado pelos autores)	25
Figura 5: Evolução das variáveis ao longo dos anos da Pesquisa OD (Elaborado pelos autores a partir de dados da Pesquisa OD).....	26
Figura 6: Mapa das escolas de ensino médio do município. (Elaborado pelos autores)	27
Figura 7: Número de viagens por renda familiar e modo de transporte. (Elaborado pelos autores a partir de dados da Pesquisa OD).....	28
Figura 8: Fluxograma do desenvolvimento do trabalho (parte 1).	31
Figura 9: Fluxograma do desenvolvimento do trabalho (parte 2).	32
Figura 10: Gráfico da matriz de correlação (Elaborado pelos autores).....	36
Figura 11: Centroides das zonas OD da pesquisa do Metrô. (Elaborado pelos autores).....	39
Figura 12: Tempo médio das viagens em relação a renda familiar. (Elaborada pelos autores a partir da Pesquisa OD 2007).....	41
Figura 13: Mapa com as distribuições das escolas de ensino médio no município de São Paulo (Elaborado pelos autores)	44
Figura 14: Mapa comparativo da taxa de aprovação entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	45
Figura 15: Mapa comparativo da taxa de abandono entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	46
Figura 16: Mapa comparativo da taxa de distorção idade-série entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	47
Figura 17: Mapa comparativo da média de horas-aula entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	48
Figura 18: Mapa comparativo da média de alunos por turma entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	49

Figura 19: Mapa comparativo das notas do ENEM 2016 entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).....	50
Figura 20: Mapa comparativo do índice de acessibilidade às ESCOLAS, para escolas PRIVADAS com rede de transporte individual e público (elaborado pelos autores).	51
Figura 21: Mapa comparativo da infraestrutura de transporte no município de São Paulo (Elaborado pelos autores)	52
Figura 22: Mapa comparativo do índice de acessibilidade às ESCOLAS entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público (elaborado pelos autores).....	53
Figura 23: Mapa da distribuição das escolas PRIVADAS no município de São Paulo. (Elaborado pelos autores)	54
Figura 24: Mapa da distribuição das escolas PÚBLICAS no município de São Paulo (elaborado pelos autores).....	55
Figura 25: Mapa comparativo do indicador AEEM (v1) das escolas PRIVADAS, usando diferentes redes de transporte.	57
Figura 26: Mapa comparativo o indicador AEEM (v1) entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público.	58
Figura 27: Mapa comparativo o indicador AEEM (v2) das escolas PRIVADAS, usando diferentes redes de transporte.	59
Figura 28: Mapa comparativo do indicador AEEM (v2) entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público.	60
Figura 29: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas públicas utilizando rede de transporte público.....	61
Figura 30: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas privadas, utilizando apenas o transporte público.	62
Figura 31: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas privadas, utilizando apenas o transporte individual.	63
Figura 32: Mapa comparativo do indicador AEEM (v1) entre escolas privadas e públicas, utilizando apenas o transporte público. Os intervalos foram divididos com base o quantil novo das escolas públicas.	64
Figura 33: Mapa comparativo do indicador AEEM (v2) entre escolas privadas e públicas, utilizando apenas o transporte público. Os intervalos foram divididos com base o quantil novo das escolas públicas.	65
Figura 34: Ferramenta <i>Network Analyst</i> e a função <i>OD Cost Matrix</i>	70

Figura 35: <i>OD Cost Matrix</i> gerada.	71
Figura 36: Configuração da rede para a análise - 7h00 da manhã de uma quarta-feira.	71
Figura 37: Função <i>Solve</i> para calcular os tempos de viagens.	72
Figura 38: Tabela de Atributos gerada para posteriormente criar a matriz OD.	72
Figura 39: Operação para gerar a Matriz OD no <i>software RStudio</i>	73
Figura 40: Matriz gerada pelo <i>software RStudio</i>	73
Figura 41: Matriz gerada após a operação do booleano.	74
Figura 42: Taxa de Aprovação na 3ª série do ensino médio.	75
Figura 43: Boxplot da Taxa de Aprovação na 3ª série do ensino médio.	75
Figura 44: Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.	76
Figura 45: Boxplot da Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.	76
Figura 46: Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio.	77
Figura 47: Boxplot da Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio.	77
Figura 48: Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio.	78
Figura 49: Boxplot da Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio.	78
Figura 50: Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio.	79
Figura 51: Boxplot da Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio.	79
Figura 52: Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio.	80
Figura 53: Boxplot do Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio.	80
Figura 54: Média do Indicador de Regularidade do Docente.	81
Figura 55: Boxplot da Média do Indicador de Regularidade do Docente.	81
Figura 56: Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1.	82
Figura 57: Boxplot da Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1.	82
Figura 58: Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4.	83
Figura 59: Boxplot do Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4.	83
Figura 60: Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio.	84
Figura 61: Boxplot da Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio.	84
Figura 62: Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.	85
Figura 63: Boxplot da Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.	85
Figura 64: Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio.	86
Figura 65: Boxplot da Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio.	86
Figura 66: Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio.	87
Figura 67: Boxplot da Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio.	87

Figura 68: Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio.....	88
Figura 69: Boxplot da Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio	88
Figura 70: Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio	89
Figura 71: Boxplot Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio	89
Figura 72: Média do Indicador de Regularidade do Docente.....	90
Figura 73: Boxplot da Média do Indicador de Regularidade do Docente	90
Figura 74: Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1	91
Figura 75: Boxplot da Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1	91
Figura 76: Matriz de correlação das 10 variáveis.....	92
Figura 77: Variância total dos componentes.	92
Figura 78: Matriz de correlação com 5 variáveis.	93
Figura 79: Matriz de correlação das escolas públicas.	93
Figura 80: Matriz de correlação das escolas privadas.	94
Figura 81: Estatística descritiva das variáveis utilizadas no trabalho.	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Número de viagens em relação ao modo de transporte utilizado. Fonte: Pesquisa OD 2007.	15
Tabela 2: Pesquisa OD 2007, mostrando os modos de viagem em relação aos seus motivos.	17
Tabela 3: Elementos englobados no componente de transporte de acessibilidade. (Adaptado de Geurs e van Eck, 2001).....	22
Tabela 4: Pesquisa OD 2007, número de viagens por renda familiar.	28
Tabela 5: Matriz de correlação (Elaborado pelos autores).	36
Tabela 6: Tempo médio das viagens em relação a renda familiar. Fonte OD Metrô 2007.	41
Tabela 7: Matriz de fatores (Elaborada pelos autores).....	42
Tabela 8: Análise Fatorial. (Elaborado pelos autores)	43

SUMÁRIO

Agradecimentos	4
Resumo	5
Abstract	6
Índice de Figuras	7
Índice de Tabelas	11
Sumário	12
1 Introdução	14
2 Acessibilidade.....	20
2.1 <i>O conceito de Acessibilidade.....</i>	20
2.2 <i>Índices de Acessibilidade.....</i>	22
3 Caracterização do estudo de caso: Acessibilidade ao ensino médio no município de São Paulo	25
3.1 <i>As escolas em São Paulo</i>	25
3.2 <i>Delimitação do estudo: Escolas de ensino médio</i>	26
4 Métodos	29
4.1 <i>Indicadores Educacionais</i>	32
4.1.1 <i>Escolas</i>	32
4.1.2 <i>ENEM.....</i>	33
4.1.3 <i>Medidas de Qualidade das Escolas.....</i>	34
4.1.4 <i>Seleção das Variáveis</i>	35
4.2 <i>Tempos de viagem a partir de redes de transporte em SIG</i>	36
4.2.1 <i>Pesquisa Origem e Destino.....</i>	37
4.2.2 <i>Rede Transporte Público</i>	37
4.2.3 <i>Rede de Transporte Individual</i>	38
4.2.4 <i>Tempos de viagem.....</i>	38
4.3 <i>Proposição do Indicador de Acessibilidade à Educação de Ensino Médio.....</i>	40
4.3.1 <i>Indicador de Acessibilidade à Educação de Ensino Médio - AEEM (v1).....</i>	40
4.3.2 <i>Indicador de Acessibilidade à Educação do Ensino Médio - AEEM (v2)</i>	42
5 Resultados e Análise	44
5.1 <i>Variáveis Qualitativas.....</i>	45
5.1.1 <i>Taxa de aprovação</i>	45

5.1.2	Taxa de abandono	46
5.1.3	Taxa de distorção idade-série	47
5.1.4	Média de horas-aula.....	48
5.1.5	Média de alunos por turma	49
5.1.6	ENEM.....	50
5.2	<i>Índice de acessibilidade às Escolas</i>	50
5.2.1	Escolas privadas utilizando as redes de transporte público e individual	51
5.2.2	Escolas Privadas e Públicas utilizando rede de transporte público	53
5.3	<i>Indicadores de Acessibilidade à Educação de Ensino Médio (AEEM)</i>	55
5.3.1	Indicador AEEM (v1).....	56
5.3.2	Indicador AEEM (v2).....	58
5.3.3	Comparação entre AEEM (v1) e AEEM (v2)	60
6	Conclusão	64
7	Referências	67
8	Anexos.....	70
8.1	<i>Procedimentos: Softwares utilizados</i>	70
8.1.1	Tempo de Viagem	70
8.1.2	Matriz OD.....	72
8.2	<i>Análise Temporal dos indicadores de qualidade</i>	75
8.2.1	Escolas Privadas	75
8.2.2	Escolas Públicas	84
8.3	<i>Matriz de Correlação</i>	92
8.3.1	Dez variáveis	92
8.3.2	Cinco Variáveis	93
8.4	<i>Estatística Descritiva</i>	95

1 INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo foi palco de grandes transformações urbanas durante a década de 1950: findada a segunda guerra mundial, houve a aceleração da industrialização e crescimento do setor terciário (comércio e bens de serviço), juntamente com a expansão da cidade. Em consequência, um centro industrial foi formado, proporcionando significativo crescimento populacional, tornando cada vez mais necessários meios de transporte que pudessem suprir as demandas de deslocamento da população (AZEVEDO, 1958).

Inicialmente, o transporte urbano da cidade era suprido através do transporte ferroviário e bondes. Após a segunda guerra, esses serviços foram substituídos pelos transportes sobre rodas como ônibus, que ofereciam serviços em áreas de expansão urbana. Ou seja, de certa forma, as políticas atuantes desde a década de 1950 foram direcionados a medidas que incentivaram o uso do transporte individual motorizado. Segundo Vasconcellos (1996), todas as grandes cidades latino-americanas, excetuando-se a Cidade do México, evoluíram para sistemas de transporte público altamente dependentes dos operadores privados de ônibus, com sistemas precários sobre trilhos.

No decorrer dos anos 1960 e 1970, período da ditadura militar, ocorreu grande modernização capitalista:

(...) os automóveis adquiriram importância crescente, na medida em que o desenvolvimento econômico diversificou as atividades e gerou novas classes médias ávidas por mobilidade social. (...) Frente a crises econômicas constantes e dentro de regimes políticos predominantemente autoritários, as políticas de transporte cristalizaram as desigualdades: os sistemas de ônibus permaneceram imersos em crises permanentes (Figueroa, 1991) e os automóveis ocuparam parcelas crescentes do espaço disponível à circulação, gerando diferenças profundas com relação às condições de transporte e acessibilidade, entre aqueles com e sem acesso ao transporte particular. (VASCONCELLOS, pg. 43, 1996)

A partir do final da década de 1970, época em que essa expansão urbana começou a desacelerar, pôde-se observar que o setor terciário começou a crescer, enquanto o papel da indústria foi diminuindo. Era possível observar a formação de novas faixas de comércio e serviços espalhados no município. Essas transformações acarretaram mudanças no modo de deslocamento das pessoas pela cidade. A concentração de renda possibilitou um novo estilo de vida e consumo, formando uma nova classe com mais poder aquisitivo, a classe média urbana, que troca, o transporte público, para o transporte particular (VASCONCELLOS, pg. 45, 1996).

Em parte, isso ocorre por conta do investimento do governo na construção de vias e facilitação para aquisição de veículos, como ocorrido, por exemplo, no governo Kubitschek. Os reflexos dessas políticas reverberam ainda hoje no cenário de mobilidade urbana na cidade de São Paulo, atribuindo ao transporte individual grande importância para realizar os deslocamentos pela cidade. Segundo dados da Pesquisa Origem Destino do Metrô de 2007, observa-se esse crescimento de viagens utilizando transporte individual em detrimento das viagens com transporte coletivo, ao longo das décadas. No entanto, as viagens (motorizadas) por modo coletivo ainda são as que predominam, correspondendo a 55,3% das viagens (Tabela 1 e Figura 1).

MODO	1967		1977		1987		1997		2007	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Coletivo	4.894	68,1	9.580	62,8	10.455	56,1	10.473	51,2	13.913	55,3
Individual	2.293	31,9	5.683	37,2	8.187	43,9	9.985	48,8	11.254	44,7
Motorizado	7.187	100,0	15.263	100,0	18.642	100,0	20.458	100,0	25.167	100,0
Bicicleta	-		71	1,2	108	1,0	162	1,5	304	2,4
A pé	-		5.970	98,8	10.650	99,0	10.812	98,5	12.623	97,6
Não-motorizado	0	0,0	6.041	100,0	10.758	100,0	10.974	100,0	12.927	100,0
TOTAL	7.187		21.304		29.400		31.432		38.094	

Fonte: Metrô-Pesquisas OD 1967/1977/1987/1997 e 2007

Tabela 1: Número de viagens em relação ao modo de transporte utilizado. Fonte: Pesquisa OD 2007.

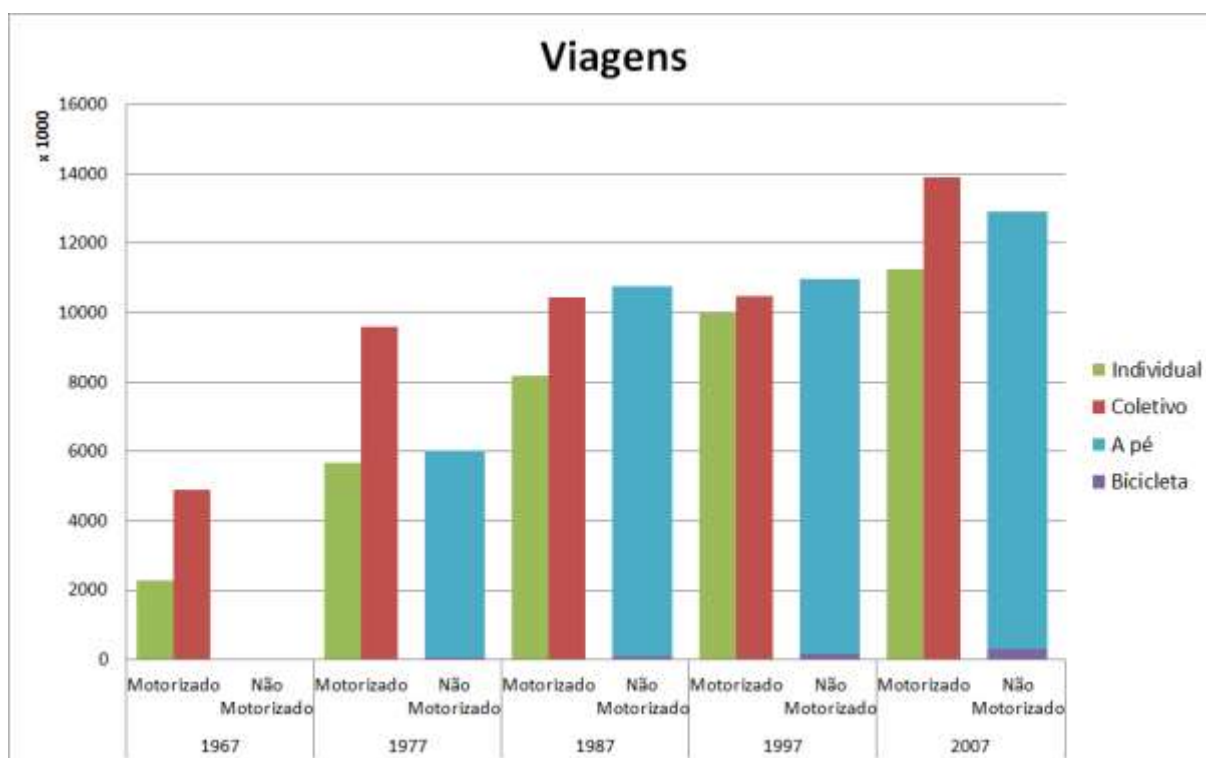


Figura 1: Viagens em relação ao modo de transporte utilizado (Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa OD).

Visto a relevância tanto do transporte individual quanto do transporte coletivo, o escopo central do trabalho é o estudo sobre a mobilidade urbana da cidade de São Paulo, através da medição de acessibilidade. Para tal, visto que essas análises levam em conta origens e destinos - que podem ser inúmeros - optou-se por um viés social, restringindo o estudo para a análise da acessibilidade aos equipamentos de educação, mais especificamente, às escolas com Ensino Médio.

O tema da educação foi escolhido devido à sua importância social, dado que a educação básica é um direito previsto na Constituição Federal de 1988 (*Art. 6º - São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição*), e sendo um direito básico, seu acesso, em teoria, também deveria ser.

No entanto, na prática, a infraestrutura que promove essa acessibilidade é desigual, e isso acaba refletindo e reforçando diretamente nas diferenças de oportunidades de educação com qualidade, como explicitado por Moreno-Monroy et al. (2017):

“Inequalities in educational and transport infrastructure are mutually reinforcing: the right to mobility is intrinsically linked to the right to education. Travel to school options are vital for ensuring a more equitable supply of educational opportunity to diverse groups. Conversely, poor accessibility to and from deprived areas can reinforce social inequalities, with long-term implications.” (MORENO-MONROY et al., pág. 1, 2017).

Embora as análises estejam restritas a uma parcela das viagens, as viagens por motivo de educação são bastantes significativas: 35% tem como motivo educação (conforme Tabela 2 e a Figura 2). E dentre essas viagens por educação, 55% são feitas a pé, 17% de carro, 13% de ônibus, 10% de transporte escolar, 3% de metrô, 1% de trem, 1% de moto, conforme apontam a Tabela 2 e a Figura 3.

2007		(em milhares)					
VIAGENS POR MOTIVO							
MODO	Trabalho	Educação	Compras	Saúde	Lazer	Outros	Total
Metrô	1.428	368	57	116	62	192	2.223
Trem	615	95	18	22	25	40	815
Ônibus	5.189	1.696	319	600	281	949	9.034
Fretado	432	53	2	2	14	11	514
Escolar	4	1.308	0	1	5	9	1.327
Auto	4.980	2.251	587	513	679	1.371	10.381
Táxi	32	7	8	21	8	15	91
Moto	547	97	7	10	21	39	721
Bicicleta	214	39	4	0	12	35	304
A Pé	3.377	7.252	453	204	450	887	12.623
Outros	52	1	1	5	1	1	61
TOTAL	16.870	13.167	1.456	1.494	1.558	3.549	38.094
Fonte: Metrô-Pesquisas OD 1997 e 2007							

Tabela 2: Pesquisa OD 2007, mostrando os modos de viagem em relação aos seus motivos.

Viagens por motivo

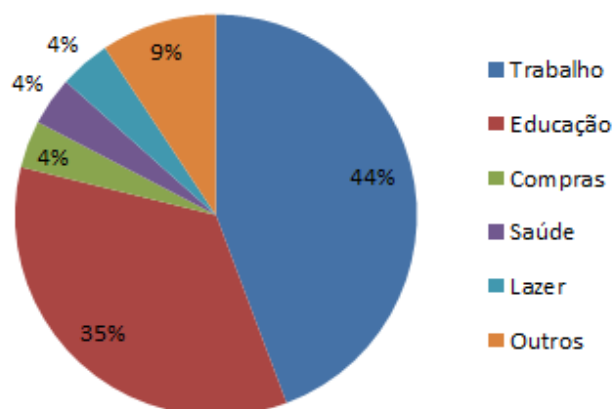


Figura 2: Pesquisa OD 2007, viagens por motivo. (Elaborado pelos autores a partir dos dados da Pesquisa OD)

Modos de viagem com motivo educação

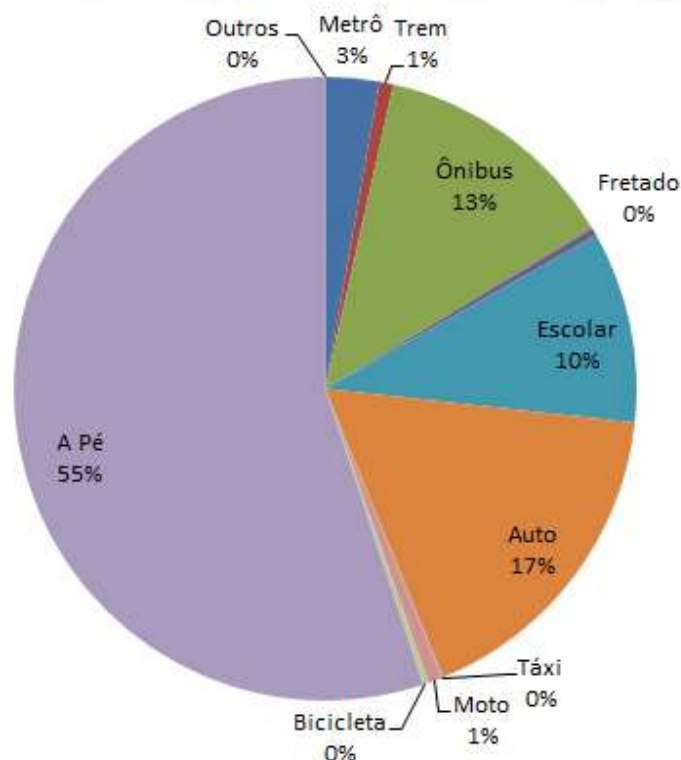


Figura 3: Modos de viagem com motivo educação. (Elaborado pelos autores a partir dos dados da Pesquisa OD)

Não somente o acesso é diferente do ponto de vista espacial, mas ele também é restrito por questões relativas à qualidade das escolas: aquelas com melhor reputação tendem a ser mais disputadas, e aqueles que têm mais acesso a elas possuem mais oportunidades de obter uma educação de qualidade. Visando quantificar essas desigualdades, este trabalho buscará propor indicadores de acesso à educação, incluindo métricas que captem dimensões referentes à qualidade das escolas, a partir de variáveis: taxa de aprovação, taxa de abandono, taxa de distorção série-idade, média de horas-aula, média de alunos por turma e as notas do ENEM das escolas, escolhidas com base nos estudos do CEM¹ realizados sob a coordenação da Prof^a Marta Arretche, sobre as Desigualdade em Saúde e Educação no Brasil.

Portanto, o trabalho tem como objetivo principal analisar a acessibilidade à educação no município de São Paulo, a partir dos indicadores propostos, que associam infraestrutura de transporte e indicadores educacionais, para que sirvam como ferramentas de suporte à decisão para o planejamento urbano. A proposição dos indicadores visa facilitar o entendimento de como acontecem as dinâmicas sócio espaciais, em busca de um planejamento urbano mais

¹ Estudos do CEM sobre Desigualdade em Saúde e Educação no Brasil: <http://web.fflch.usp.br/centrodametropole/1162>

eficaz e mais equitativo, para verificar tanto as desigualdades decorrentes pelo transporte, quanto pela disposição da estrutura educacional e distribuição socioeconômica existente.

Este trabalho busca como objetivos específicos:

- Cálculo dos índices quantitativos de acessibilidade às escolas de ensino médio;
- Computo de indicadores sobre a qualidade das escolas no município de São Paulo;
- Proposição de um indicador sintético de acessibilidade que inclua as dimensões da infraestrutura de transporte da acessibilidade, e também da qualidade do serviço prestado.
- Análise de acessibilidade à educação do município de São Paulo;
- Comparação entre as instituições de ensino públicas e privadas e análise dos resultados.

Após a introdução o trabalho está estruturado em:

Capítulo 2: Acessibilidade, explicando as teorias que sustentam as análises e considerações realizadas, em especial como suporte à proposta de métrica para a dimensão qualitativa da educação nas escolas de ensino médio;

Capítulo 3: Caracterização do Estudo de Caso, onde há uma explicação sobre as escolas e os critérios para escolher o ensino médio, além da descrição dos indicadores educacionais que serão usados;

Capítulo 4: Métodos, onde há as considerações sobre os dados utilizados, e procedimentos para realizar o cálculo dos tempos de viagens e criação dos indicadores;

Capítulo 5: Resultados e análises, em que são apresentados os resultados obtidos a partir dos indicadores de acessibilidade e realizadas as considerações e análises críticas sobre a adequabilidade (ou não) do indicador;

Capítulo 6: Conclusão acerca dos resultados e análises.

2 ACESSIBILIDADE

Esta seção faz uma breve discussão sobre o conceito de acessibilidade bem como apresenta alguns indicadores de acessibilidade, incluindo o utilizado no trabalho.

2.1 O CONCEITO DE ACESSIBILIDADE

O termo acessibilidade possui diversas definições e seu uso depende do objetivo que se busca no estudo em questão (Geurs e van Eck 2001). Comumente se confunde os termos mobilidade e acessibilidade, os quais, apesar de estarem muito relacionados, tocam em aspectos diferentes.

Segundo El-Geneidy e Levinson (2006), altos níveis de mobilidade podem, mas não necessariamente refletem altos níveis de acessibilidade, e altos níveis de acessibilidade podem estar presentes com baixos níveis de mobilidade. A distinção entre acessibilidade e mobilidade pode ser ilustrada, segundo os autores, comparando Manhattan e Manitoba. Viajar em Manhattan é demorado em termos da distância que pode ser percorrida em uma determinada unidade de tempo, ainda que seja possível alcançar diferentes destinos em um curto intervalo de tempo. Em contraste, as velocidades nas estradas em Manitoba são bastante altas, mas a acessibilidade é menor porque há menos destinos para se chegar. Assim, dizemos que Manhattan possui maior acessibilidade enquanto Manitoba possui maior mobilidade.

Dessa maneira, esse estudo baseia-se na concepção de que acessibilidade está relacionada à facilidade de se chegar a um lugar, o que implica numa medida de proximidade entre dois pontos (neste caso, o tempo de viagem). Em outras palavras, a acessibilidade leva em conta características inerentes dos lugares, que devem ser levadas em conta no que diz respeito às maneiras de se superar possíveis barreiras relativas ao espaço no deslocamento, tais como distância e/ou tempo (Ingram, 1971).

Geurs e van Eck (2001) vão além e apresentam diferentes campos sob os quais a acessibilidade pode ser estudada, também chamados de componentes da acessibilidade. O componente (i) transporte engloba a facilidade de se alcançar o destino desejado, medida através do custo, tempo despendido e esforço; (ii) o uso do solo trata da distribuição espacial e características dos possíveis destinos; (iii) o temporal está relacionado a disponibilidade de atividades ao longo do dia; e (iv) o individual inclui as necessidades individuais relacionadas aos componentes, levando em conta características socioeconômicas. A acessibilidade, neste

trabalho, será estudada a partir do uso do solo (ou seja, a distribuição espacial das escolas) e do componente de transporte (com base nos diferentes modos de transporte utilizados para se alcançar as escolas), combinados com atributos para qualificar as escolas.

O componente de uso do solo, segundo Geurs e van Eck (2001), pode ser caracterizado pela distribuição de oportunidades naquele espaço, que tem influência nos níveis de acessibilidade. Este componente pode ser dividido em dois elementos: (i) a distribuição espacial dos destinos ofertados e suas características (escolas, hospitais, locais de trabalho, assim como sua atratividade e capacidade, por exemplo), e (ii) a distribuição espacial da demanda por atividades e suas características, como locais residenciais e características de seus moradores.

O componente de transporte consiste em três elementos: (i) a infraestrutura, a localização e suas características como limites de velocidade, número de faixas, custos de viagem, etc.; (ii) a demanda de transporte de passageiros e mercadorias; (iii) as características resultantes do uso da infraestrutura. Ou seja, o componente de transporte é resultado da relação de oferta de infraestrutura e demanda de viagens, resultando na distribuição espacial do tráfego, do tempo de viagem, custos e o empenho para se alcançar o destino.

A facilidade que se pode ter ao viajar relaciona diferentes elementos como: tempo de viagem, custos de viagem e esforço, que variam, além de pessoa para pessoa, de acordo com o modo de transporte. A Tabela 3 resume que tipos de considerações podem ser feitas para cada elemento no respectivo modo.

MODO ELEMENTOS	CARRO	TRANSPORTE PÚBLICO	BICICLETA/ANDANDO
TEMPO	<ul style="list-style-type: none"> • Andar até o local onde o carro está estacionado • Tempo de congestionamento • Encontrando um local para estacionar • Andar até o destino 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de espera • Tempo de viagem de acesso/saída • Tempo de espera na estação • Tempo de viagem dentro do veículo • Tempo de transferência 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de viagem • Estacionando a bicicleta
CUSTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Custos fixos • Custos de combustível • Custos de manutenção • Custos de estacionamento • Custos de pedágio 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos dos acessos/egressos 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos fixos • Custos de manutenção
ESFORÇO	<ul style="list-style-type: none"> • Nível de (des)conforto • Esforço físico • Confiabilidade • Estresse • Risco de acidente • Informação • Status 	<ul style="list-style-type: none"> • Nível de (des)conforto • Esforço físico • Confiabilidade • Estresse • Risco de acidente • Segurança social • Informação • Status 	<ul style="list-style-type: none"> • Nível de (des)conforto • Esforço físico • Segurança social

Tabela 3: Elementos englobados no componente de transporte de acessibilidade. (Adaptado de Geurs e van Eck, 2001).

Dessa forma, os índices de acessibilidade buscam evidenciar a dinâmica que molda as relações entre as pessoas e o modo que se deslocam pela cidade para acessar as escolas, analisadas sob a ótica do modo de transporte – público (ônibus, metrô e CPTM) e individual (carros e motos).

2.2 ÍNDICES DE ACESSIBILIDADE

Medidas de acessibilidade podem ser utilizadas como indicadores de planejamento urbano, revelando aspectos da atuação dos sistemas de transportes, além de permitir a avaliação

das possibilidades que as pessoas têm para alcançar as oportunidades oferecidas em uma dada região (El-Geneidy e Levinson, 2006).

Segundo Páez, Scott e Morency (2012), no desenvolvimento de indicadores de acessibilidade os componentes (i) o custo de viagem (o qual é determinado pela distribuição espacial dos usuários que fazem a viagem e as oportunidades) e (ii) qualidade/quantidade dessas oportunidades podem ser desdobrados de diversas maneiras. Tal distinção depende do grau de detalhamento disponível a respeito da rede em que operam os diferentes modos de transporte, e as diferentes formas de mobilidade dos indivíduos. Juntamente a esses fatores, as medidas de acessibilidade também podem ser calculadas do ponto de vista do local de origem (ou de quem origina as potenciais viagens), ou do destino/objetivo da viagem. As características sobre os indicadores de acessibilidade adotados nesse trabalho estão detalhadas no capítulo 4 Métodos, que segue após a caracterização do objeto de estudo de caso deste trabalho.

Existem diversas maneiras de se calcular os índices de acessibilidade, sob diferentes perspectivas:

- I. A medida de oportunidades acumuladas são as mais simples, de fácil interpretação e comunicação. Não são considerados os efeitos de competição, nem o custo de acesso a oportunidades próximas. Essa medida é calculada (i) pela soma do número de oportunidades que podem ser alcançadas dentro de um determinado tempo de viagem, distância ou custo (custos fixos), ou (ii) o custo necessário para acessar um número fixado de oportunidades (oportunidades fixas) (GEURS; VAN WEE, 2004);
- II. As medidas gravitacionais já levam em conta os efeitos combinados do uso do solo e dos elementos de transporte, e consideram também a percepção individual do transporte utilizando uma função de decaimento da distância. Dessa forma, essa medida possui resultados mais próximos da realidade, pois leva em consideração os impedimentos para os acessos das oportunidades. Sua desvantagem é que os efeitos de competição não são levados em conta, assim como ocorre na medida de oportunidades acumuladas (GEURS; VAN WEE, 2004);
- III. A medida de acessibilidade *two-step floating catchment area* é um caso particular da medida de acessibilidade gravitacional, em que se mede a acessibilidade em duas etapas, considerando a oferta e demanda. Dessa forma,

essa medida leva em conta os efeitos de competição (GUAGLIARDO, 2004; ALBERT AND BUTAR, 2005; YANG et al., 2006; WANG, 2007; WANG et al., 2008).

As características sobre o indicador de acessibilidade adotado nesse trabalho (medida de oportunidades acumuladas) estão detalhadas no item 4.3. O trabalho busca analisar a acessibilidade à educação no município de São Paulo, bem como propor a adaptação de métricas de acessibilidade que considerem aspectos da qualidade da educação oferecida nas escolas, como indicadores para o planejamento urbano.

3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO: ACESSIBILIDADE AO ENSINO MÉDIO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

3.1 AS ESCOLAS EM SÃO PAULO

De acordo com os dados do Censo Escolar de 2017, ao todo, existem 6767 escolas em São Paulo, sendo 4020 delas privadas e 2747 sob administração pública, como ilustrado na Figura 4.

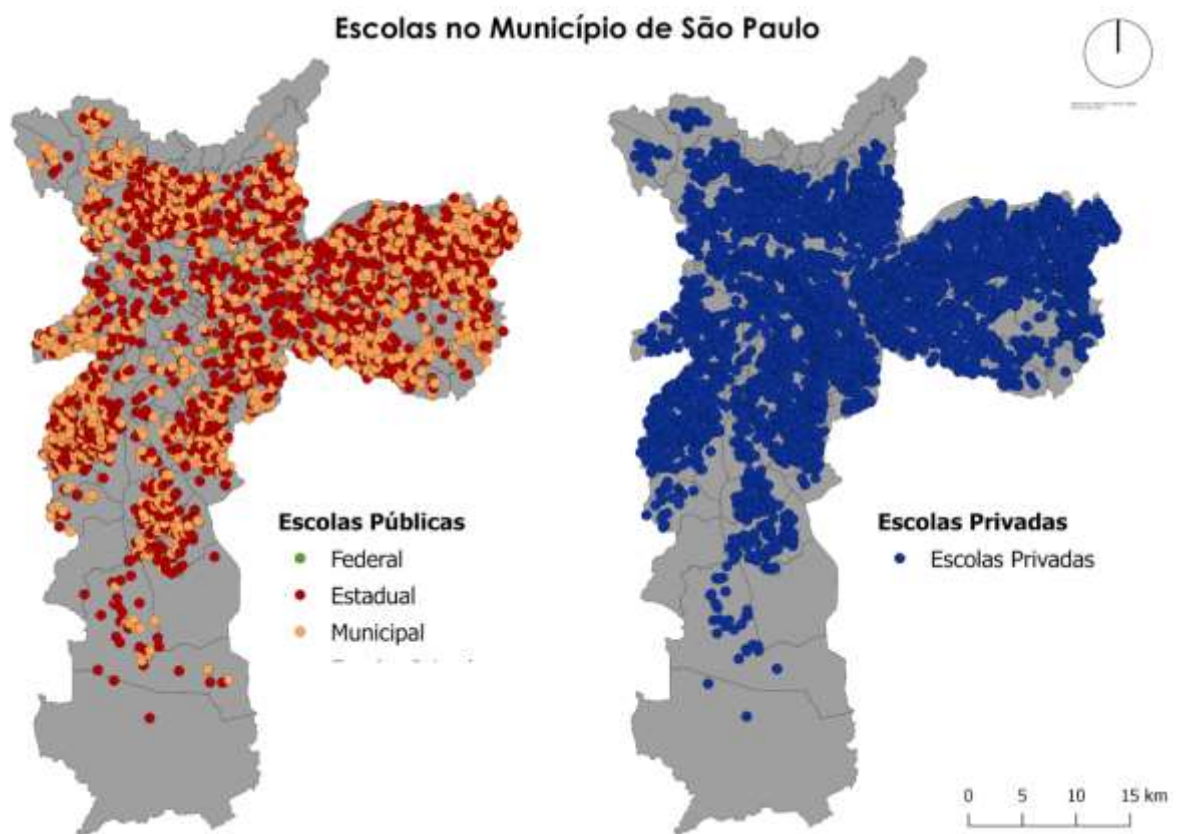


Figura 4: Distribuição de todas as escolas no município de São Paulo. (Elaborado pelos autores)

Segundo dados da pesquisa OD realizada em 2007 pelo metrô, havia, em 2007, 19.535.000 pessoas na região metropolitana de São Paulo, e 5.251.000 matrículas escolares, que representam aproximadamente 27% da população (Figura 5) sendo que 34,6% dos deslocamentos, segundo a Pesquisa OD, são por motivos de educação. Apesar de serem dados relativos à Região Metropolitana de São Paulo, é possível ter uma noção de quão representativa é a parcela de pessoas matriculadas em escolas e como há uma parcela significativa de viagens por motivos educação quando se analisa a mobilidade em São Paulo.

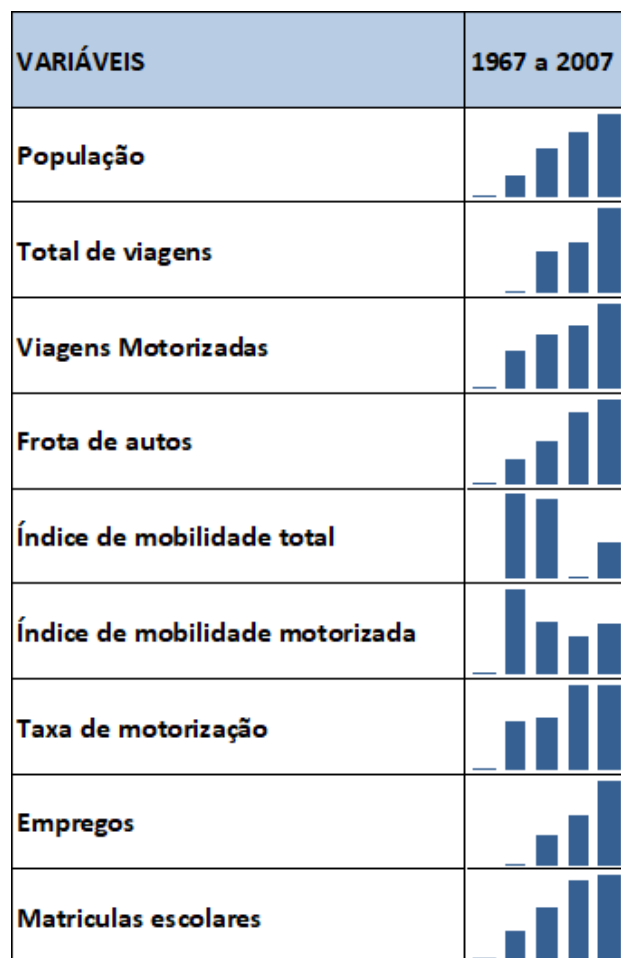


Figura 5: Evolução das variáveis ao longo dos anos da Pesquisa OD. Comparação é feita dentro de cada variável. (Elaborado pelos autores a partir de dados da Pesquisa OD).

3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO: ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO

Levando em consideração fatores como a independência e autonomia que os alunos teriam para realizar o trajeto para a escola, optou-se por restringir a análise às escolas que oferecem o **Ensino Médio** (Figura 6), ou seja, alunos em uma faixa etária de 14 a 19 anos, em média.

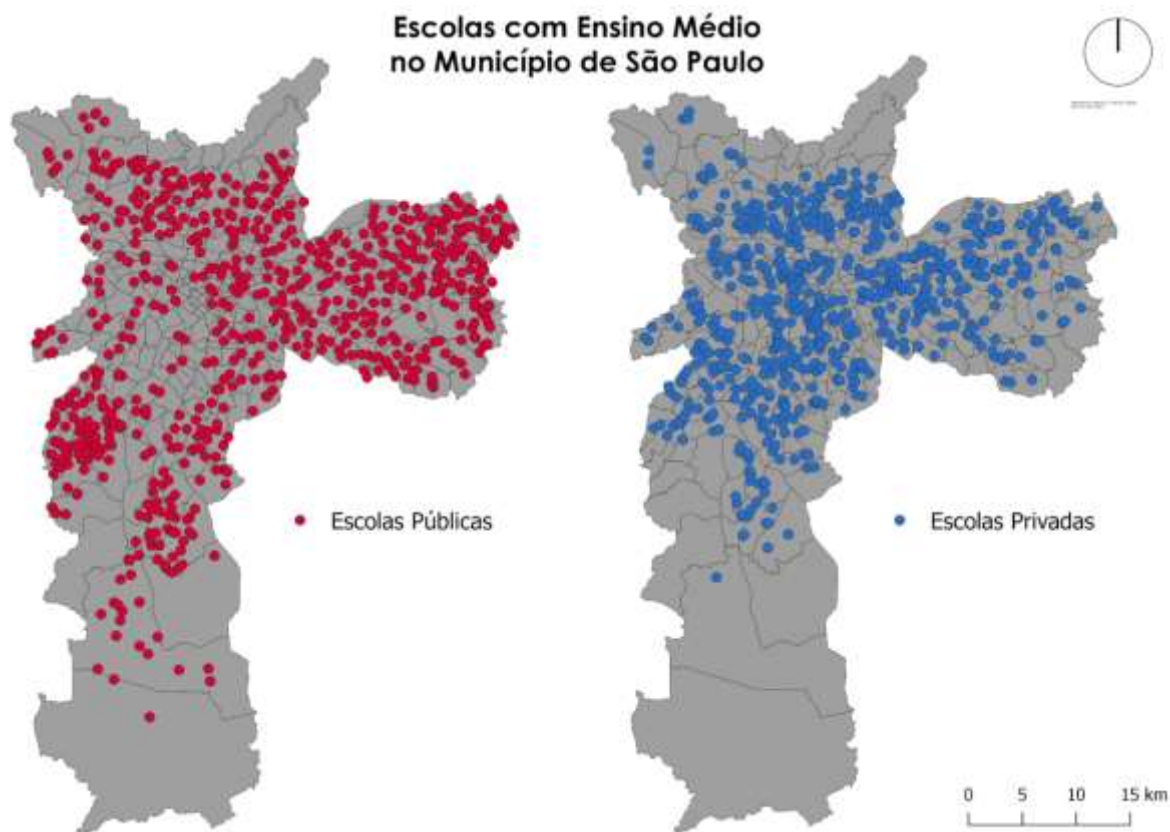


Figura 6: Mapa das escolas de ensino médio do município. (Elaborado pelos autores)

Além do fato dessa faixa etária ter autonomia para o trajeto para a escola, a disponibilidade de dados como as notas do Enem, para caracterizar a qualidade do serviço, influenciou essa decisão.

Entende-se também que há diferenças significativas quando se compara alunos de escolas privadas e escolas públicas. Em São Paulo as escolas públicas são divididas em três esferas administrativas: federal, estadual ou municipal. A análise para cada um dos tipos de escolas não foi igual, tendo como premissa que alunos de escola privada têm mais chances de utilizar o transporte individual para acessar as escolas do que alunos que estudam em escolas públicas, mas não foi excluída a possibilidade de também utilizarem o transporte público.

Essas premissas foram feitas com base na questão socioeconômica. Conforme a Tabela 4 e o gráfico de viagens por renda (Figura 7), gradativamente, com o aumento da renda, há a inversão do uso do transporte coletivo pelo uso do transporte individual. Ou seja, quanto maior a renda, maior o uso do transporte individual em relação ao uso do transporte coletivo.

2007

2007

MODO	VIAGENS POR RENDA FAMILIAR(*)											
	até 760		760 a 1.520		1.520 a 3.040		3.040 a 5.700		mais de 5.700		Total	
	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%
Coletivo	1.473	76,8	4.280	73,2	5.462	59,6	2.059	39,7	639	21,0	13.913	55,3
Individual	445	23,2	1.568	26,8	3.709	40,4	3.128	60,3	2.404	79,0	11.254	44,7
Motorizado	1.918	47,6	5.848	54,8	9.171	68,2	5.187	80,5	3.043	87,0	25.167	66,1
Não Motorizado	2.113	52,4	4.817	45,2	4.286	31,8	1.256	19,5	455	13,0	12.927	33,9
TOTAL	4.031	100,0	10.665	100,0	13.457	100,0	6.443	100,0	3.498	100,0	38.094	100,0

Fonte: Metrô-Pesquisas OD 1997 e 2007

(*) Em reais de outubro de 2007

Tabela 4: Pesquisa OD 2007, número de viagens por renda familiar.

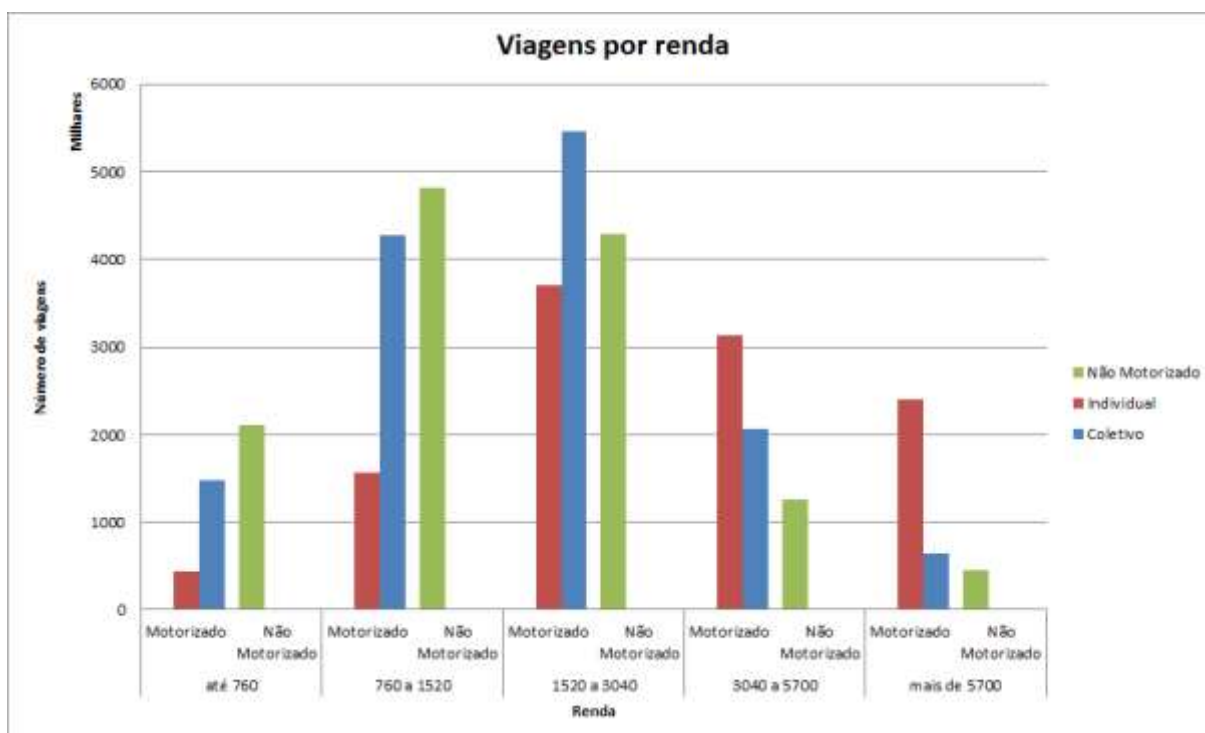


Figura 7: Número de viagens por renda familiar e modo de transporte. (Elaborado pelos autores a partir de dados da Pesquisa OD).

Com base neste contexto, os tempos de viagem para escolas privadas foram calculados tanto para a rede de transporte individual como para a rede de transporte público, enquanto para as escolas públicas foi calculado apenas o tempo de viagem para a rede de transporte público.

4 MÉTODOS

Para a proposição dos indicadores sintéticos foram seguidas 2 etapas. Na primeira etapa (Trabalho de Formatura I) foi feito um aprofundamento teórico sobre os conceitos técnicos de indicadores de acessibilidade, em especial relacionado às escolas que embasaram a escolha da métrica a ser adotada, a de oportunidades acumuladas. Em seguida, foi realizado um primeiro teste empírico gerando um indicador de **Acessibilidade à Educação do Ensino Médio – AEEM (v1)** utilizando como único atributo qualitativo as notas do ENEM 2016.

Na segunda etapa (Trabalho de Formatura II), buscou-se uma análise mais abrangente levando a proposição de uma segunda versão do AEEM (v2), a partir do desenvolvimento de um indicador global que expressa melhor o acesso às escolas considerando sua qualidade, incluindo outras variáveis.

O resumo das etapas segue descrito e ilustrado no fluxograma (Figura 8 e Figura 9) a seguir.

1. Definição do escopo. *Determinação do Tema: Acessibilidade à Educação.*

2. Escolha da métrica de acessibilidade. Para a escolha da medida de acessibilidade a ser adotada, foi feito um estudo das diversas maneiras que pode ser calculada: oportunidades acumuladas, gravitacional, *Two-Step Floating Catchment Area*, por exemplo. Decidiu-se pela medida de Oportunidades Acumuladas.

3. Delimitação do escopo. Foi necessário delimitar o escopo e decidir qual nível escolar seria abordado, bem como se seriam analisadas escolas públicas e privadas. Decidiu-se por **Escolas do Ensino Médio**, tanto públicas quanto privadas.

4. Levantamento de dados. Com o foco definido foram levantados os dados disponíveis. Além de dados georreferenciados sobre as escolas obtidos no CEM, outras bases de dados foram como QEdU, entre outras, foram consultadas.

5. Computo dos **Tempos de Viagem**. Com a base georreferenciada de escolas de ensino médio foi possível prosseguir e realizar o computo dos tempos de viagem a partir da *Rede de Transportes* do município de São Paulo que foi desenvolvida por Diego B Tomasiello na sua pesquisa de mestrado (Tomasiello, 2016). Neste momento, optamos por separar nosso estudo em três casos: a viagem

para as escolas públicas por meio do transporte público, a viagem para as escolas privadas por meio do transporte público e a viagem para as escolas privadas por meio do transporte individual. Assim, obteve-se três **Matrizes OD**, considerando as zonas da Pesquisa OD como origem e as escolas como destino.

6. Composição do atributo de qualidade para as Escolas de Ensino Médio. Para a análise na primeira etapa, utilizou-se os dados do INEP do Enem2016 (obtidos no portal QEdu). Para a segunda etapa foram consideradas outras variáveis, que para sua escolha foi necessário averiguar os dados disponíveis, bem como analisar estudos prévios. Além disso, foi feita uma análise exploratória incluindo a geração de matriz de correlação, além de uma série de mapas das variáveis.

7. Proposição do indicador sintético. Dentre as técnicas levantadas foram adotadas estratégias de normalização e uso de análise fatorial. Na primeira etapa (Trabalho de Formatura I) foi utilizada apenas a normalização para a associação da acessibilidade com os dados do ENEM. Na segunda etapa (Trabalho de Formatura II) foi usada também a técnica de análise fatorial.

8. Análise dos resultados. Os resultados dos indicadores foram mapeados em: acessibilidade às escolas (i) privadas por transporte público e (ii) privadas por transporte privado, e (iii) públicas por transporte público. Os mapas das duas etapas (Trabalho de Formatura I e II) são discutidos e analisados.

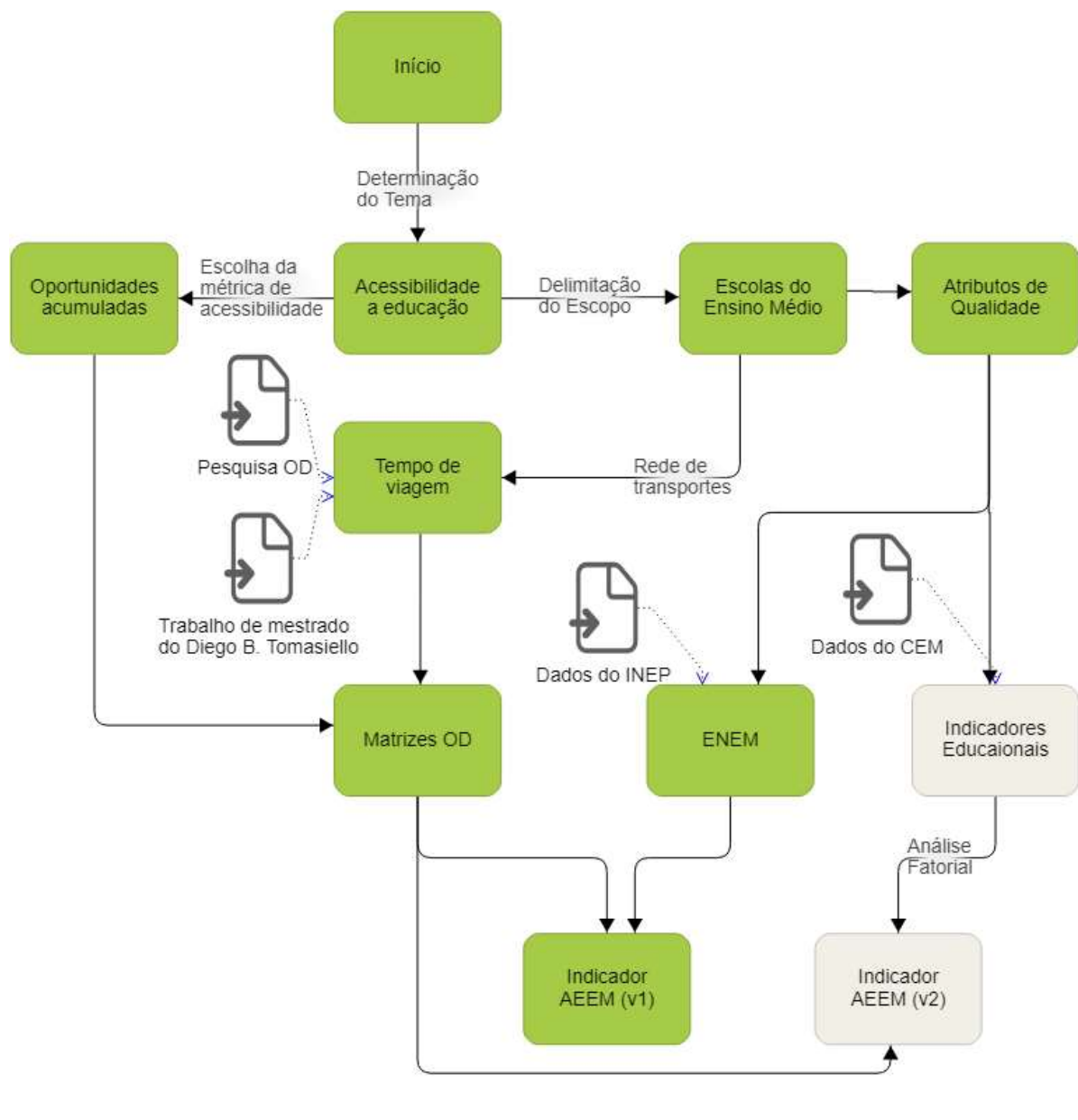


Figura 8: Fluxograma do desenvolvimento do trabalho (parte 1).

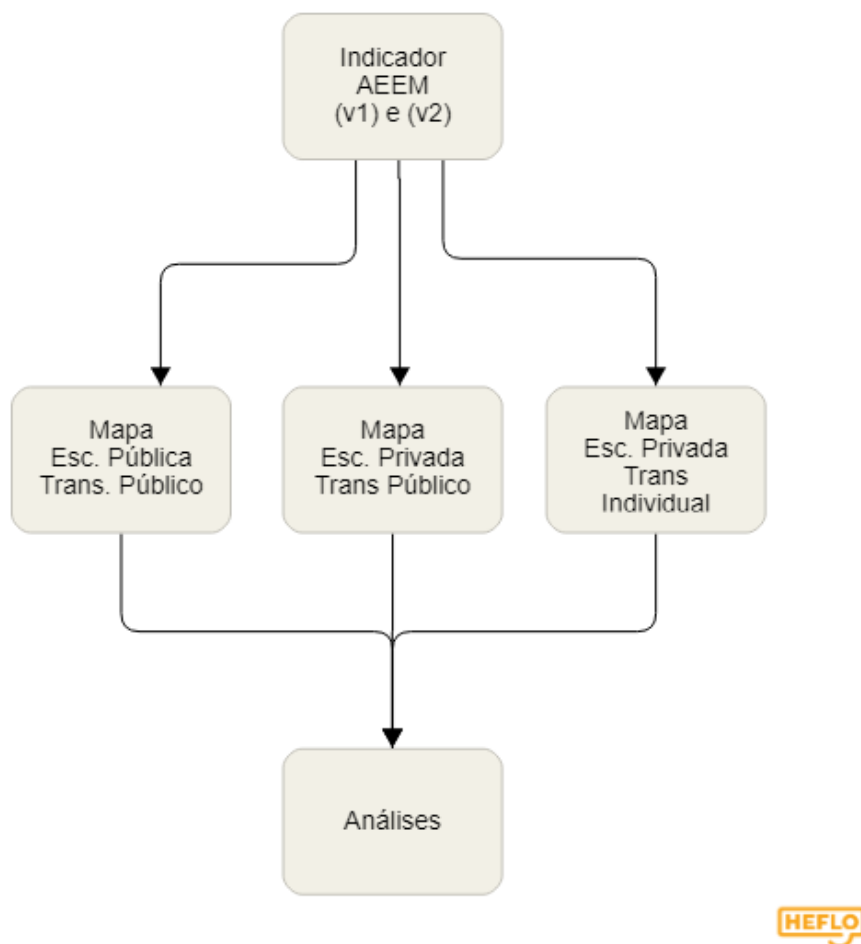


Figura 9: Fluxograma do desenvolvimento do trabalho (parte 2).

4.1 INDICADORES EDUCACIONAIS

Para realizar as análises deste trabalho, foi necessário obter informações sobre as escolas de Ensino Médio e sobre as redes que possibilitam os deslocamentos pela cidade. A partir desses dados, foi possível calcular os tempos de viagem, gerar a matriz origem e destino correspondente, gerar pesos relativos às notas do ENEM e aos atributos de qualidade, e dessa forma propor e calcular os indicadores de Acessibilidade à Educação do Ensino Médio – AEEM.

4.1.1 ESCOLAS

Os dados sobre escolas foram retirados pelo Centro de Estudos da Metrópole (CEM), uma organização de pesquisa que estuda as desigualdades e políticas públicas da metrópole. Utilizou-se a base de dados relacionados à educação, os quais têm como fonte principal os dados do Censo da Educação Básica de 2016 do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). O diferencial é que o CEM realizou o georreferenciamento das escolas que constam nessa base.

4.1.2 ENEM

Os dados relativos ao ENEM foram retirados do QEdU, uma Startup que busca organizar todos os dados sobre as escolas em um único ambiente e com isso possui dados sobre diversos indicadores de desempenho escolar, como as notas do ENEM (cuja fonte original são os dados do INEP) e dados do Censo Escolar no Brasil. Para obter dados sobre a nota do ENEM, foram usados os dados de 2016 de todas as escolas do município de São Paulo, e as variáveis utilizadas foram: Escola, Dados Representativos, Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagens e Códigos, Matemática e Redação.

Esses dados relativos ao ENEM possuíam uma informação sobre a representatividade da nota sobre a escola. Para que uma escola seja considerada representativa, ela deve ter mais de 50% de taxa de participação e ter no mínimo 10 participantes do ENEM 2016. As notas que não eram consideradas representativas foram desconsideradas, e nesse caso, buscaram-se as notas da escola correspondente para o ano de 2015 (que fossem representativas). Para que fosse possível fazer um comparativo utilizando notas de anos diferentes, todas as notas foram normalizadas, para que ficassem com um valor de 0 a 1.

$$N_{norm} = \frac{(N - N_{min})}{(N_{max} - N_{min})}$$

Equação (1)

Onde:

N_{norm} é a nota normalizada

N é a nota média da escola

N_{min} é a menor nota daquele ano

N_{max} é a maior nota daquele ano

Quando em nenhum dos anos (2016 ou 2015) a escola obteve notas representativas, para aquela escola foi considerado um valor representativo mínimo que corresponde ao valor médio de 2016 menos o desvio padrão daquele ano (485,02), visto que se busca neste trabalho chegar o mais próximo possível de um indicador representativo e condizente com o real.

Além disso, nem todas as escolas presentes nos dados do CEM possuíam nota do ENEM e nem todas as notas que existiam no banco de dados do QEdU possuíam uma escola correspondente. Isso provavelmente se deve ao fato de que os dados do CEM e do QEdU são

de anos diferentes (2013 e 2016/2015, respectivamente) e que os alunos de algumas escolas nem sempre participam do ENEM (ou que a amostra de alunos não é representativa). Assim, o número final de escolas públicas com Ensino Médio foi de 690, e de escolas privadas com Ensino Médio foi de 698.

4.1.3 MEDIDAS DE QUALIDADE DAS ESCOLAS

Na primeira etapa durante o Trabalho de Formatura I a nota do ENEM foi escolhida para compor uma primeira aproximação de medida do acesso à educação de qualidade pelo fato de ser uma métrica sobre o ensino básico e de amplo alcance, dada sua importância para o ingresso ao ensino superior. Na segunda fase, foram incluídas outras variáveis com base no estudo sobre as Desigualdade em Saúde e Educação no Brasil (CEM²). O ENEM e os 5 indicadores de qualidade adotados são descritos a seguir:

- **ENEM 2016:**

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma prova criada pelo Ministério da Educação em 1988, cujo principal objetivo é avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica³. Podem participar não somente os estudantes que estão concluindo o Ensino Médio, como aqueles que já concluíram em anos anteriores. Atualmente, é também uma das principais formas de ingresso ao ensino superior.

Os indicadores escolhidos foram criados e medidos pelo INEP no Censo Escolar, onde é descrito que:

“Os indicadores educacionais atribuem valor estatístico à qualidade do ensino, atendo-se não somente ao desempenho dos alunos, mas também ao contexto econômico e social em que as escolas estão inseridas. Eles são úteis principalmente para o monitoramento dos sistemas educacionais, considerando o acesso, a permanência e a aprendizagem de todos os alunos. Dessa forma, contribuem para a criação de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade da educação e dos serviços oferecidos à sociedade pela escola”.⁴ (INEP)

- **Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016:**

² Estudos do CEM sobre Desigualdade em Saúde e Educação no Brasil: <http://web.fflch.usp.br/centrodametropole/1162>

³ MEC: <http://portal.mec.gov.br/enem-sp-2094708791>

⁴ INEP: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/indicadores-educacionais>

Mede o tamanho médio das turmas. Trata-se do quociente entre o total de matrículas e o total de turmas informadas no censo escolar, por série, grupo de séries ou nível de ensino.

- **Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016**

Mede o tempo médio de duração diária do aluno na escola. É a média aritmética ponderada, tendo como fator de ponderação a matrícula na data de referência do Censo Escolar, por série, grupo de séries e nível de ensino.

- **Taxas de Rendimento Escolar: Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016 e Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio – 2016:**

Expressam o percentual de alunos aprovados e afastados por abandono. As taxas de aprovação, reprovação e abandono compõem um grupo denominado "taxas de rendimento escolar", onde cada uma delas representa um percentual da matrícula total (saldo final da matrícula inicial), considerando as situações de transferências, admissões e reclassificações (entrada e saída).

- **Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio – 2016**

Expressa o percentual de alunos, em cada série, com idade superior à idade recomendada. Dado que na 3ª série do Ensino Médio a idade ideal é de 17 anos, a taxa de distorção Idade-Série leva em conta os alunos que tem mais de 19 anos nessa série.

4.1.4 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a confirmação se essas seriam variáveis adequadas para a criação de um indicador sintético foi analisada primeiramente a correlação entre elas. Para tal, foi gerada uma matriz de correlação visando identificar o quanto cada uma das variáveis está relacionada a todas as outras e dessa forma avaliar a coerência de incluir essas variáveis no estudo.

A análise da matriz de correlação verifica o quão semelhante é uma variável à outra. Se o valor for muito próximo a 1 ou -1, significa que as variáveis em análise são correlacionadas e, portanto, é possível estimar uma a partir da outra. Nesse sentido, não é indicado incluir uma variável muito correlacionada à outra já adotada, por não contribuir com informações adicionais para a análise.

Os resultados da aplicação da matriz de correlação às variáveis relacionadas à qualidade da educação seguem ilustradas na Tabela 5 e Figura 10.

	Aprovação	Abandono	Distorção	Horas-aula	Alunos-turma	ENEM
Aprovação	1,000	-0,636	-0,577	0,356	-0,402	0,447
Abandono	-0,636	1,000	0,490	-0,382	0,452	-0,447
Distorção	-0,577	0,490	1,000	-0,319	0,209	-0,471
Horas-aula	0,356	-0,382	-0,319	1,000	-0,147	0,344
Alunos-turma	-0,402	0,452	0,209	-0,147	1,000	-0,149
ENEM	0,447	-0,447	-0,471	0,344	-0,149	1,000

Tabela 5: Matriz de correlação (Elaborado pelos autores).

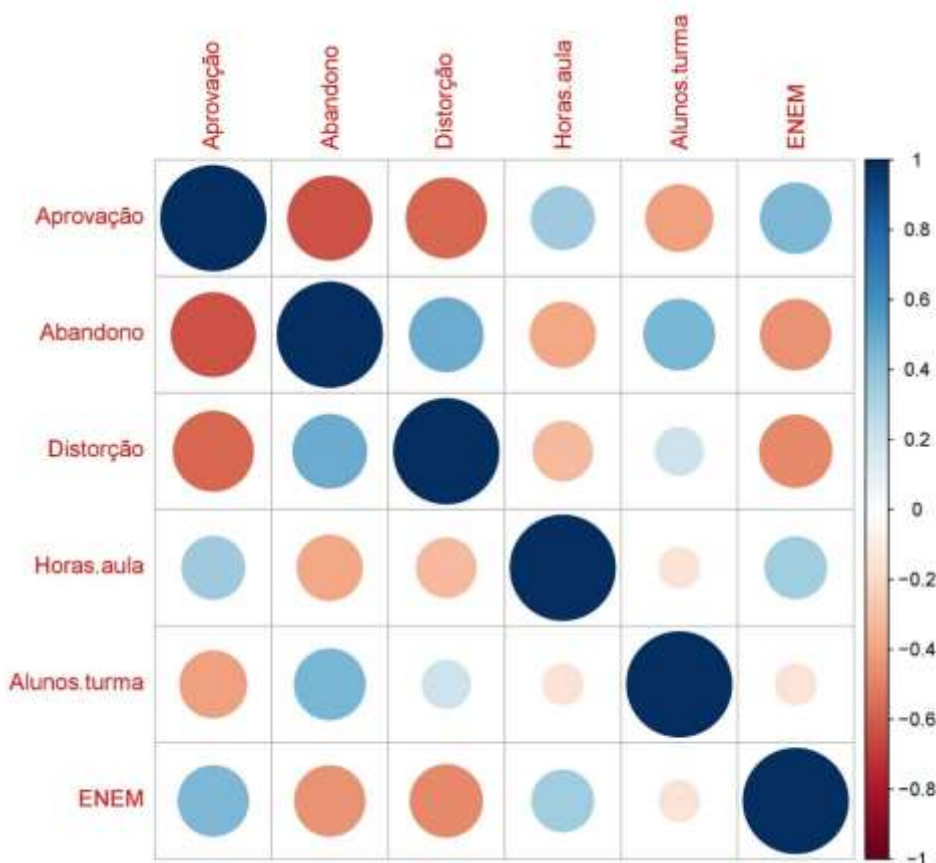


Figura 10: Gráfico da matriz de correlação (Elaborado pelos autores).

Observa-se que há correlação entre as variáveis, e assim foi realizado o procedimento de análise fatorial, melhor detalhado no item 4.3.2.

4.2 TEMPOS DE VIAGEM A PARTIR DE REDES DE TRANSPORTE EM SIG

As redes de transporte utilizadas têm como origem o trabalho de mestrado do Diego B. Tomasiello (2016), que desenvolveu redes de transporte público e de transporte individual. A partir delas, foram calculados os tempos de viagem utilizando como origem as zonas de pesquisa do município de São Paulo definidas na pesquisa OD, e destinos as escolas com Ensino Médio de São Paulo.

A seguir estão descritos os dados e procedimentos utilizados para calcular os tempos de viagem.

4.2.1 PESQUISA ORIGEM E DESTINO

É uma investigação sobre o padrão de viagens que as pessoas realizam diariamente em uma região realizada pelo Metrô de São Paulo. Além da informação de origens e destinos, a pesquisa também identifica os motivos e os modos de transporte dessas viagens. Para organizar os dados, o Metrô agrupa as origens e destinos em zonas de pesquisa (zona OD), as quais são a menor unidade para a qual está garantida a validade estatística das informações⁵.

4.2.2 REDE TRANSPORTE PÚBLICO

As redes de transporte foram construídas com base nos seguintes dados:

- Dados em formato GTFS (General Transit Feed Specification): “define um formato comum para horários de transportes públicos e informações geográficas associadas” (Google, 2013), onde são compartilhadas informações sobre as linhas de ônibus, trens e metrô com seus respectivos pontos de parada ou estações. Estas informações foram utilizadas para compor a geometria da rede de transporte público. São compartilhadas outras informações através desses dados como: horários, tarifas, itinerários e estimativas de tempo, que buscam uma aproximação da realidade do transporte público;
- Base de dados do Centro de Estudos da Metrópole (CEM) é a base de logradouros do município. A partir dessa base, modelou-se o modal de pedestres (modo caminhada), possibilitando criar a rede para os usuários do transporte público, saindo de suas origens até os pontos de ônibus ou estações, saindo do transporte público até chegarem aos seus destinos;
- Base de dados de rastreamento GPS de ônibus disponibilizados pela SPTrans: esses dados contêm conjuntos de pontos com a identificação dos veículos, localização (latitude e longitude) e horário de coleta dos pontos, possibilitando identificar quanto tempo leva para que o mesmo veículo saia de um ponto de ônibus e chegue no ponto seguinte ao longo do dia, identificando as velocidades dos veículos para cada trecho da linha;

⁵ Conceitos utilizados na pesquisa OD 2017, Metrô: <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/conceitos-utilizados.aspx>

A construção da rede de transporte público foi feita com a espacialização dos dados GTFS e dos logradouros, dentro do sistema GIS (utilizando software ArcMap), adicionando as linhas dos ônibus do município de São Paulo e espacializando os pontos de parada (pontos de ônibus, estações de trem ou metrô), utilizando informações processadas disponibilizadas pela SPTrans que variam para cada trecho, deixando os valores mais condizentes com a realidade (velocidades e tempos de espera dos pedestres).

4.2.3 REDE DE TRANSPORTE INDIVIDUAL

A rede de transporte individual foi construída com base nos seguintes dados:

- A primeira versão da base de dados de arruamento, do ano de 2015, da empresa TomTom. Os dados disponibilizados são referentes a uma quarta-feira típica em São Paulo, para todos os horários;
- A base de dados do Open Street Map (OSM) de semáforos. Foram baixados 569.607 trechos de logradouro, considerando uma parte da região metropolitana de São Paulo, para gerar o modelo de rede.

A rede de transporte individual calcula rotas no município de São Paulo, quando definidos ponto de origem e destino através do cálculo do tempo de viagem de um local para o outro. Esses dados contêm fatores que influenciam no tempo de viagem: horário, velocidade média atingida pelos carros da empresa – que indica indiretamente o trânsito naquele momento – dia, localização dos semáforos, etc. A rede calcula apenas as viagens realizadas em uma quarta-feira por conta dos dados disponibilizados pela empresa TomTom.

4.2.4 TEMPOS DE VIAGEM

A partir das redes, foram calculados os tempos de viagem onde são estabelecidos tanto as origens como os destinos. Como origem foram utilizados os centroides das zonas OD utilizadas para pesquisa do Metrô, que totalizam 320 origens, conforme Figura 11.

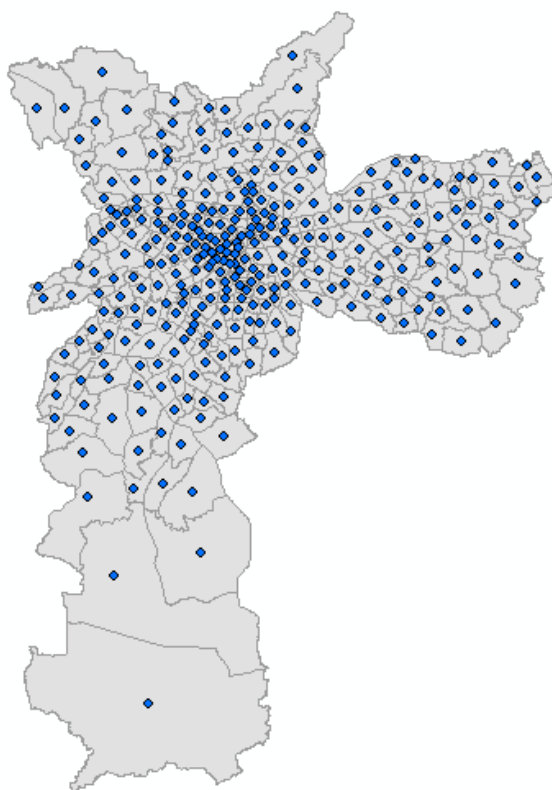


Figura 11: Centroides das zonas OD da pesquisa do Metrô. (Elaborado pelos autores)

Já os destinos foram as escolas do município de São Paulo que possuem Ensino Médio, tanto privadas quanto públicas, e que obtiveram nota média representativa no ENEM 2016 ou 2015 (conforme Figura 4: **Distribuição de todas as escolas no município de São Paulo. (Elaborado pelos autores).**)).

Com os dados e as redes de transporte definidas, os tempos de viagens foram calculados através do software ArcMap (versão 10.4), utilizando a ferramenta *OD Cost Matrix*, para uma **quarta-feira típica, às 7h00 da manhã** por ser um horário compatível com as viagens realizadas no pico da manhã para o período de aulas matutino. Os tempos de viagem foram calculados e separados da seguinte forma:

- Tempos de viagem para rede de transporte público, com destino apenas para escolas **públicas**;
- Tempos de viagem para rede de transporte público, com destino apenas para escolas **privadas**;
- Tempos de viagem para rede de transporte individual, com destino apenas para escolas **privadas**.

Com isso, foi exportada a tabela de atributos para cada um dos cálculos, para assim gerar a matriz OD propriamente dita.

4.3 PROPOSIÇÃO DO INDICADOR DE ACESSIBILIDADE À EDUCAÇÃO DE ENSINO MÉDIO

A proposição do indicador de acessibilidade à educação de ensino médio foi feita em duas etapas, conforme mencionado anteriormente. Esta seção se aprofundará em seu desenvolvimento.

4.3.1 INDICADOR DE ACESSIBILIDADE À EDUCAÇÃO DE ENSINO MÉDIO - AEEM (v1)

Para realizar esta primeira análise de acessibilidade, julgou-se mais apropriada a medida de acessibilidade baseada em oportunidades acumuladas. Como já explicado anteriormente no item 2.2 Índices de Acessibilidade (página 22), este indicador foi usado para calcular o número de oportunidades que podem ser alcançadas dentro de um período determinado para acessar um número fixado de oportunidades (oportunidades fixas). Sendo assim, segundo Páez (2012) a fórmula a ser aplicada para esse tipo de cálculo pode ser descrita da seguinte forma (Equação (2)):

$$A_{ik}^p = \sum_j g(W_{jk})f(c_{ij}^p)$$

Equação (2)

O resultado obtido a partir dessa equação é a acessibilidade de uma origem i para o tipo de destino k , no caso as escolas, da perspectiva do indivíduo p . Essa medida é função: 1) do número de oportunidades W do tipo k do local j , e 2) do custo de movimentação entre i e j que a pessoa p arca, que para esta primeira etapa do trabalho foi considerado o tempo de viagem.

No caso deste trabalho, o tempo de viagem cumulativa considerado foi de 60 minutos, dado que, segundo a Pesquisa OD de 2007, o tempo médio de viagem na região metropolitana em São Paulo é de 67 minutos em coletivos e 31 minutos para transporte individual (Tabela 6 e Figura 12).

2007		(em minutos)				
TEMPO MÉDIO DAS VIAGENS POR RENDA FAMILIAR(*)						
	até	760	1.520	3.040	mais de	
MODO	760	a 1.520	a 3.040	a 5.700	5.700	Total
Coletivo	68	70	66	62	58	67
Individual	29	32	31	32	31	31
A Pé	18	17	16	15	14	16
Bicicleta	28	27	24	20	22	26
TEMPO MÉDIO	38	41	41	38	34	39
Fonte: Matriz, Pesquisas QV 1997 e 2007						

Fonte: Metrô Pesquisa OD 1997 e 2007

Tabela 6: Tempo médio das viagens em relação a renda familiar. Fonte OD Metrô 2007.

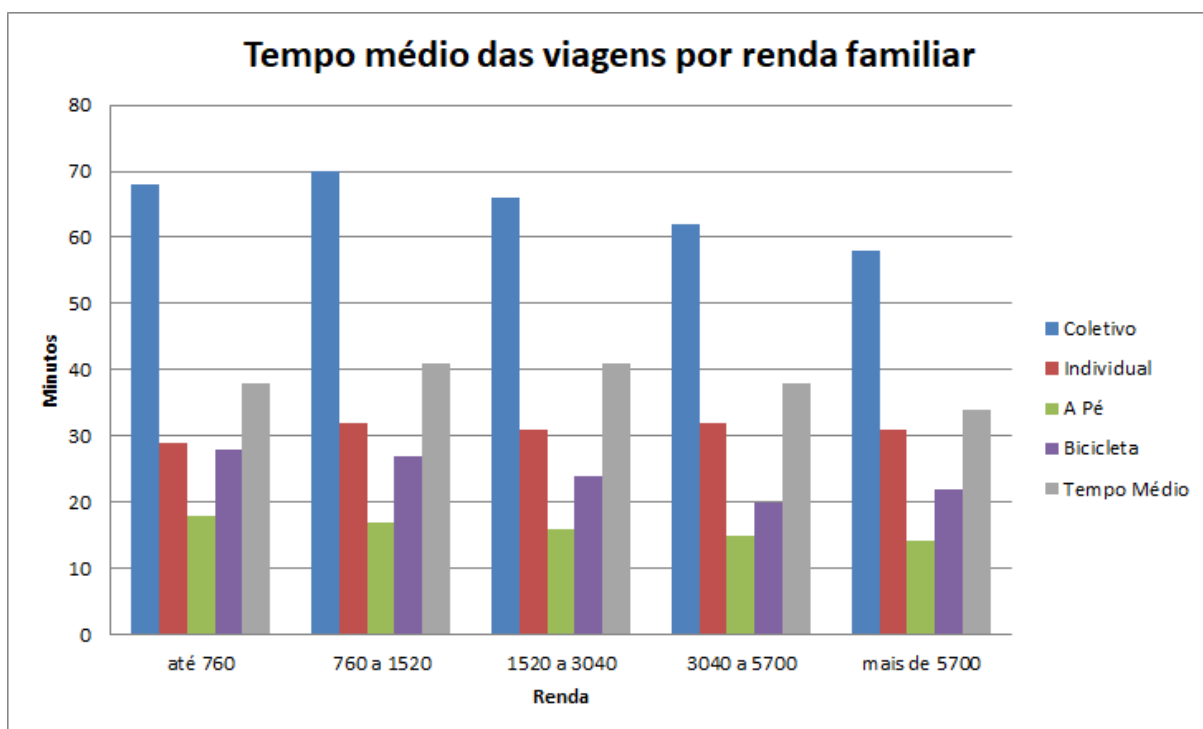


Figura 12: Tempo médio das viagens em relação a renda familiar. (Elaborada pelos autores a partir da Pesquisa OD 2007)

Para o cálculo do indicador AEEM (v1) foram realizados os seguintes procedimentos:

- I. A normalização das notas do ENEM;
- II. A elaboração de uma Matriz OD com os tempos de viagem entre as Zonas OD;
- III. Transformação do tempo de viagem em um valor booleano ($T_{viagem}^{booleano}$), tal que:
 - a. Se o tempo de viagem fosse menor que 60 minutos, o valor correspondente seria igual a 1;
 - b. Caso contrário (maior que 60 minutos), seria 0.

Ou seja, 60 minutos foi o tempo considerado máximo para que a viagem seja computada neste trabalho;
- IV. A “qualificação” da acessibilidade através do ENEM, multiplicando a Matriz OD “booleana” pelos valores normalizados do ENEM ($Nota_{ENEM}$).

Resultando num indicador AEEM (v1) por zona OD.

$$Indicador\ AEEM(v1) = \sum (Nota_{ENEM}) \times (Tviagem_{booleano})$$

Equação (3)

4.3.2 INDICADOR DE ACESSIBILIDADE À EDUCAÇÃO DO ENSINO MÉDIO - AEEM (v2)

Para incluir mais variáveis relacionadas à qualidade do ensino médio nas escolas, foi preciso buscar uma alternativa metodológica para o desenvolvimento de um indicador sintético. À exemplo de Fransen et al. (2015), onde foi aplicada a análise de componentes principais, um método similar foi utilizado neste trabalho: a análise fatorial, a qual pode ser definida como um método de estatística multivariada que através da observação de um conjunto de variáveis estudadas, procura identificar um conjunto menor que explica a variabilidade das variáveis estudadas. Na relação matemática tratada pela análise fatorial, as variáveis estudadas possuem correlações entre si, uma vez que juntas formam um único fator. Portanto, um fator pode ser definido como uma dimensão não mensurável diretamente, a qual explica as relações entre as variáveis estudadas (ARANHA; ZAMBALDI, 2008).

Para a realização desse método, foi utilizado o software IBM SPSS Statistics. Porém, antes da análise, as 6 variáveis foram normalizadas e ajustadas para que todas as correlações fossem positivas, já que algumas denotam melhor qualidade das escolas e outras, pior qualidade.

Assim, pode-se obter um número reduzido de fatores educacionais que relacionem os 6 indicadores. Buscou-se fatores que explicassem um valor próximo a 80% das relações entre variáveis e chegou-se nos fatores descritos nas Tabela 7 e Tabela 8.

Matriz de Fatores			
	Fator		
	1	2	3
Tx_Aprov_Normal	0,834	0,104	-0,133
Tx_Aban_Normal	0,826	0,183	0,024
Tx_Dist_Normal	0,747	-0,216	-0,344
Méd_HA_Normal	0,578	-0,361	0,721
Méd_AT_Normal	0,523	0,764	0,146
ENEM_Normal	0,682	-0,392	-0,213

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Tabela 7: Matriz de fatores (Elaborada pelos autores)

Variância total explicada						
Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	3,010	50,158	50,158	3,010	50,158	50,158
2	0,958	15,968	66,126	0,958	15,968	66,126
3	0,723	12,052	78,178	0,723	12,052	78,178
4	0,544	9,067	87,245			
5	0,422	7,030	94,275			
6	0,343	5,725	100,000			

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Tabela 8: Análise Fatorial. (Elaborado pelos autores)

Para o cálculo do indicador AEEM (v2), considerou os valores resultantes desta análise aplicadas na Equação (4 e 5:

$$\text{Índice}_{\text{qualidade}} = \text{Autovalor}_1 \times \text{Fator}_1 + \text{Autovalor}_2 \times \text{Fator}_2 + \text{Autovalor}_3 \times \text{Fator}_3$$

Equação (4)

Com esse índice de cada escola, foram utilizados os mesmos métodos descritos no item 4.3.1 para correlacionar o índice de qualidade (que considera 5 indicadores educacionais, além das notas do ENEM) com a Matriz OD (que inclui os dados de viagens), obtendo o indicador de acessibilidade à educação do Ensino Médio proposto por esse trabalho.

$$\text{Indicador AEEM}(v2) = \sum (\text{Índice}_{\text{qualidade}}) \times (Tviagem_{\text{booleano}})$$

Equação (5)

5 RESULTADOS E ANÁLISE

Realizados os procedimentos descritos, foram gerados os mapas dos indicadores AEEM (v1) e AEEM (v2). No entanto, antes de realizar a análise dos indicadores, é preciso entender a distribuição espacial das escolas e a relação espacial entre os indicadores educacionais, as notas do ENEM e os tempos de viagem para assim alcançar conclusões mais coerentes e precisas com relação ao indicador AEEM (v2) (que engloba todos os parâmetros de forma unificada). O mapa abaixo (Figura 13) mostra como é a distribuição das escolas (tanto públicas quanto privadas) no município de São Paulo, e a seguir estão os resultados dos indicadores para cada zona OD.

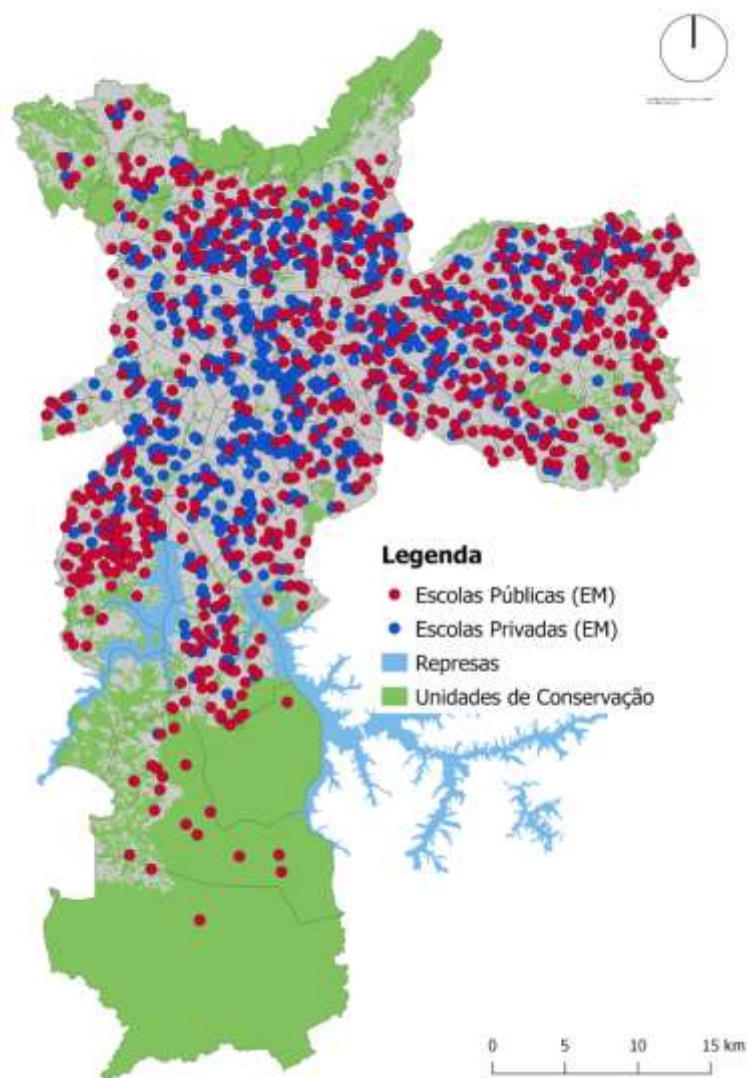


Figura 13: Mapa com as distribuições das escolas de ensino médio no município de São Paulo (Elaborado pelos autores)

5.1 VARIÁVEIS QUALITATIVAS

A seguir estão os mapas para cada variável qualitativa (Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18 e Figura 19) comparando as medianas das zonas OD entre escolas públicas e privadas. Os mapas gerados têm mesma base para comparação (intervalos de classes com os **MESMOS LIMITES**), com as classes geradas a partir dos quantis das escolas públicas. Esta comparação foi feita para se ter dimensão das diferenças entre cada indicador, e, mais importante, das diferenças entre as escolas públicas e privadas. É possível observar que, no geral, as escolas privadas possuem melhores indicadores do que as escolas públicas.

5.1.1 TAXA DE APROVAÇÃO

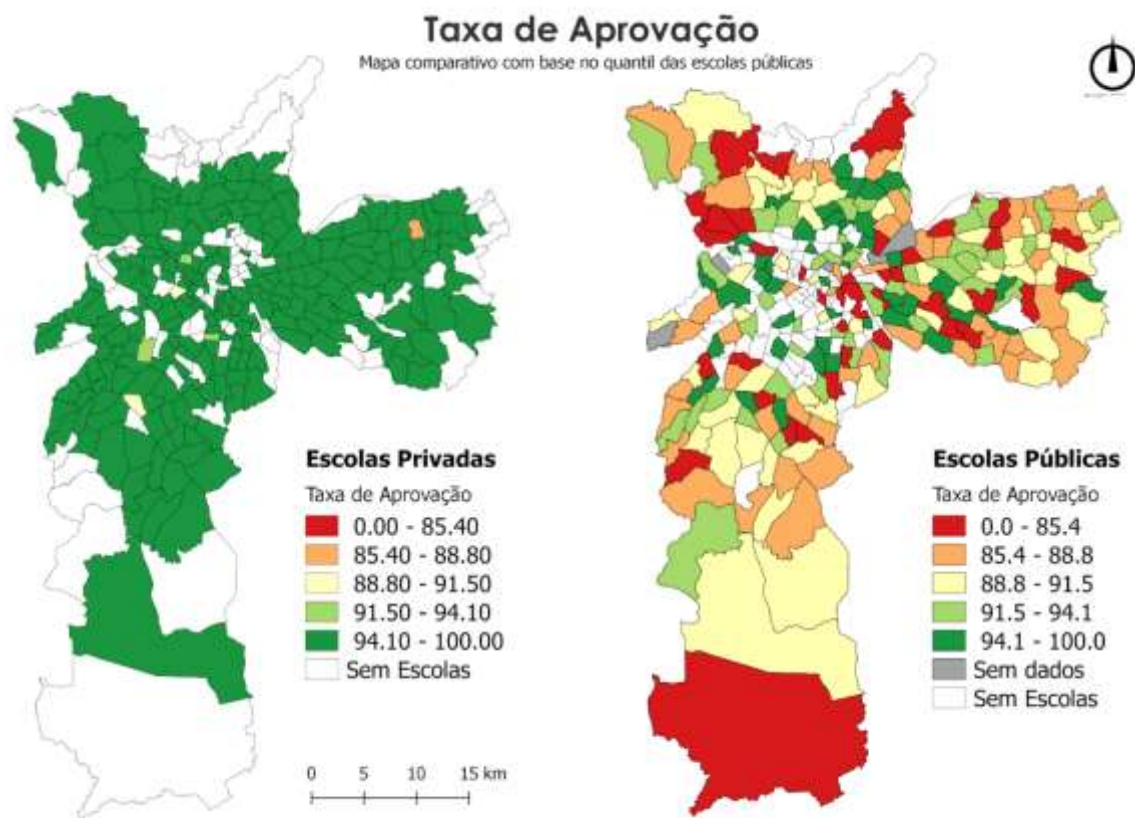


Figura 14: Mapa comparativo da taxa de aprovação entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.1.2 TAXA DE ABANDONO

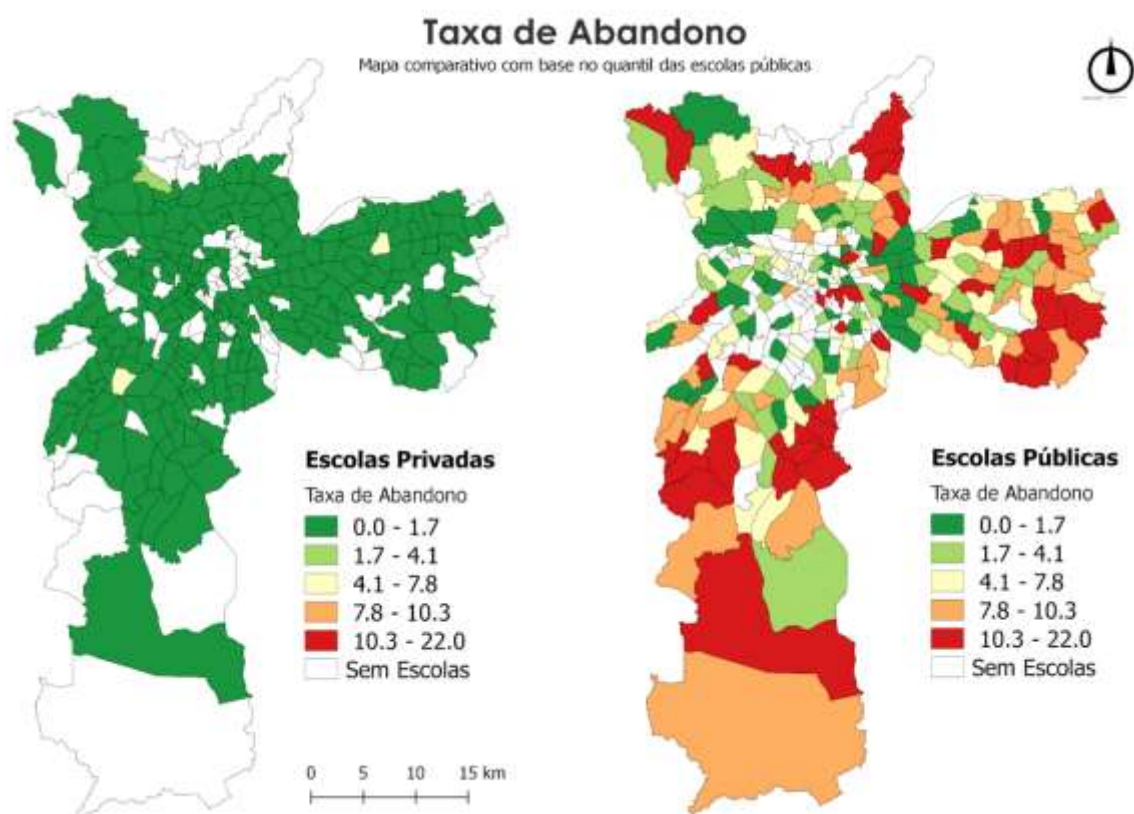


Figura 15: Mapa comparativo da taxa de abandono entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.1.3 TAXA DE DISTORÇÃO IDADE-SÉRIE

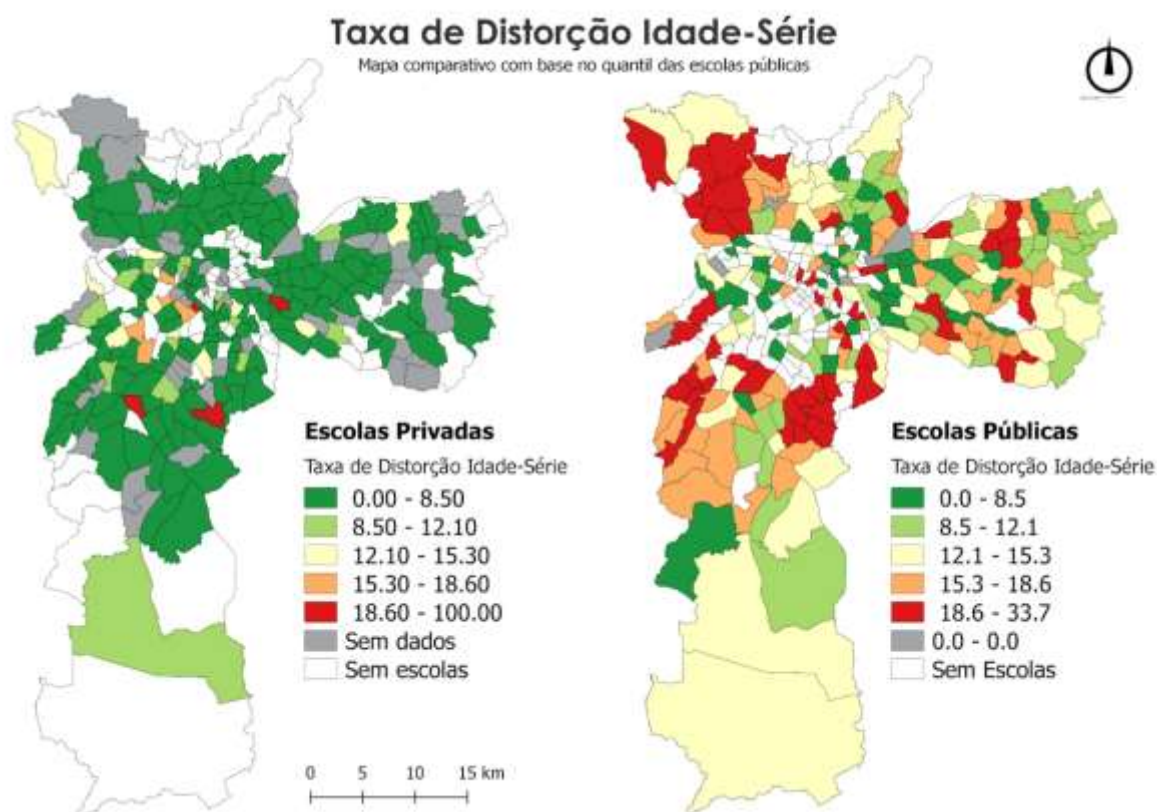


Figura 16: Mapa comparativo da taxa de distorção idade-série entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.1.4 MÉDIA DE HORAS-AULA

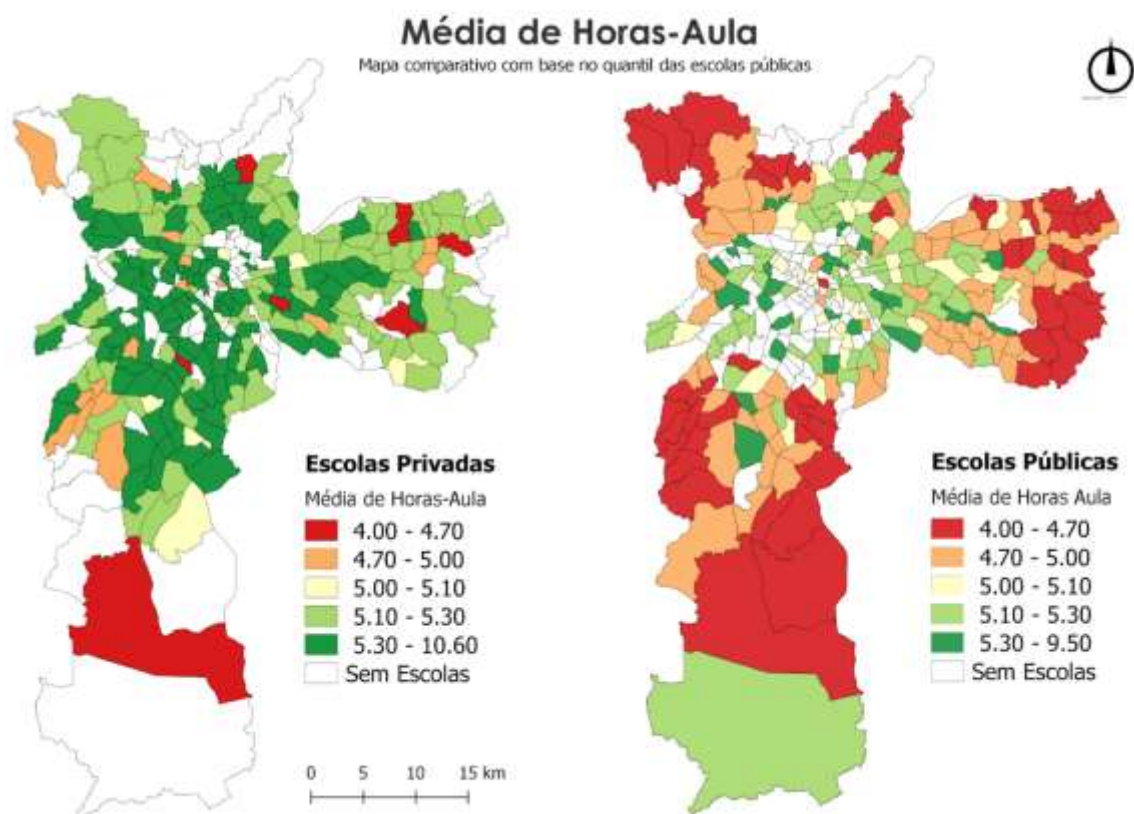


Figura 17: Mapa comparativo da média de horas-aula entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.1.5 MÉDIA DE ALUNOS POR TURMA

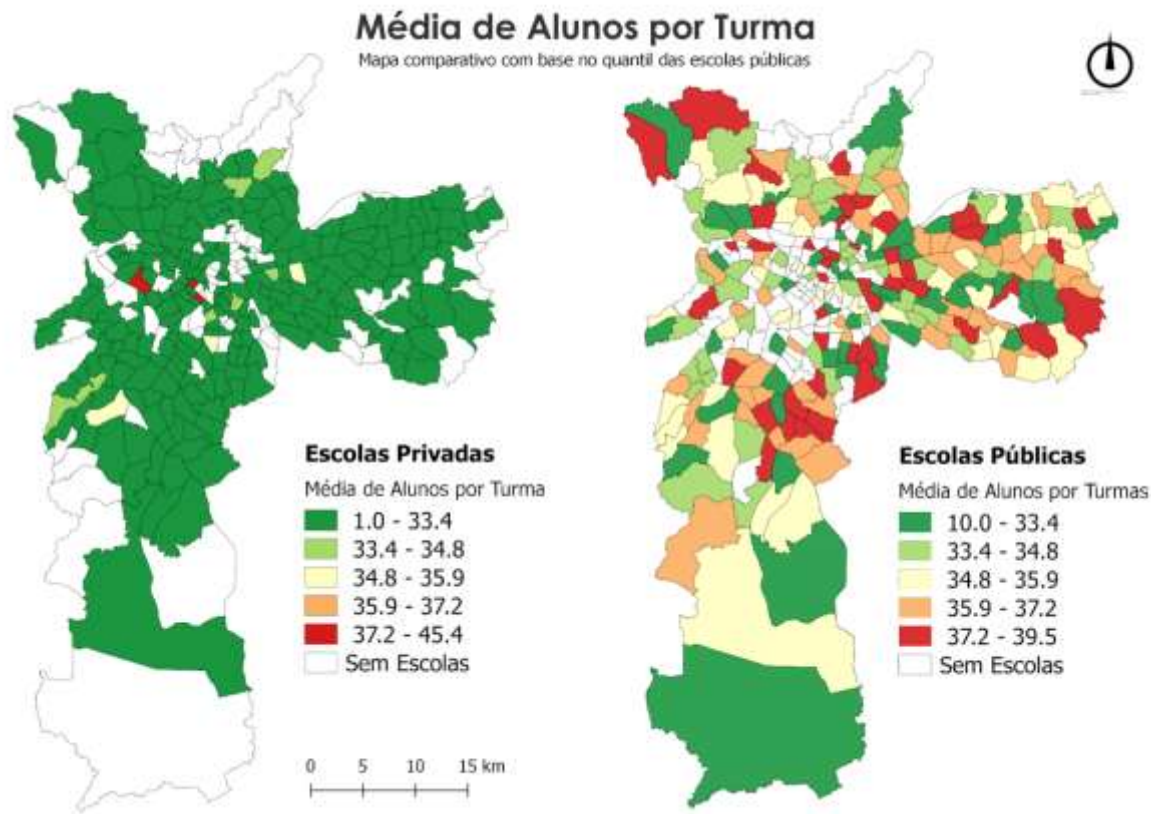


Figura 18: Mapa comparativo da média de alunos por turma entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.1.6 ENEM

Também foi gerado um mapa comparando as medianas das notas médias do ENEM 2016 por zona OD, de escolas públicas e escolas privadas (Figura 19). Os mapas gerados têm mesma base para comparação (intervalos de classes com os mesmos limites), com as classes geradas a partir dos quantis das escolas públicas. Assim como os indicadores educacionais, esse mapa também tem como intuito trazer a noção das diferenças entre a nota do ENEM com os indicadores educacionais, e entre as escolas públicas e privadas.

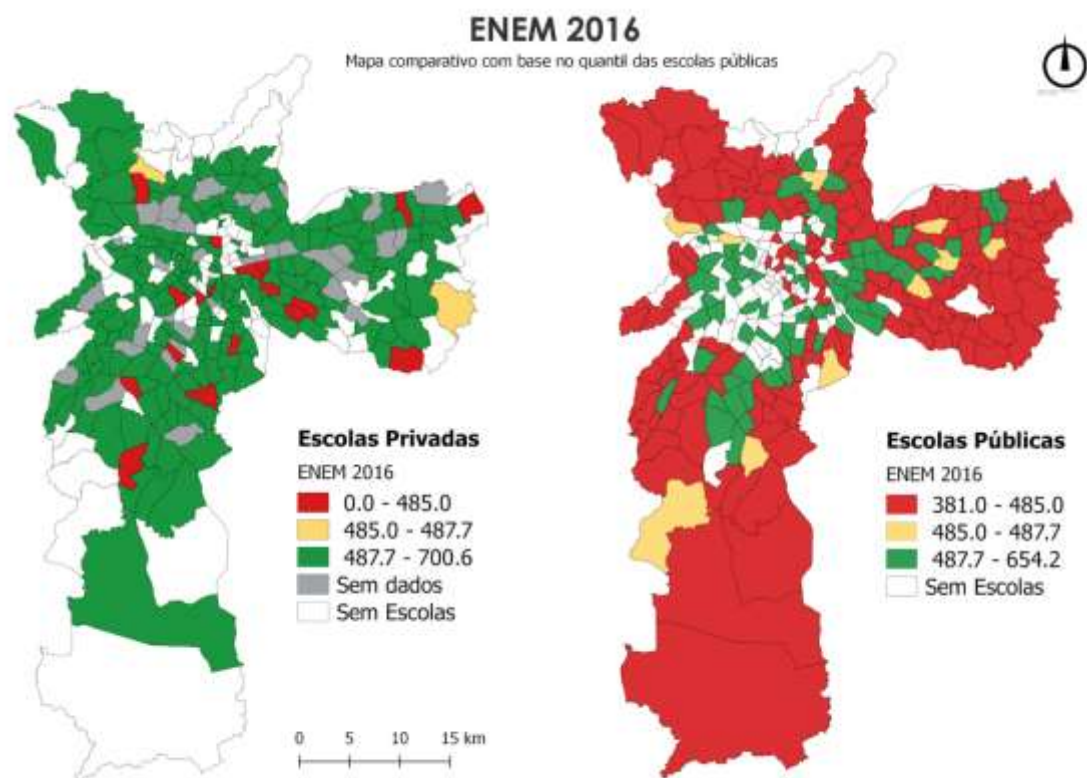


Figura 19: Mapa comparativo das notas do ENEM 2016 entre escolas privadas e públicas (elaborado pelos autores).

5.2 ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE ÀS ESCOLAS

Foram gerados mapas com o índice de acessibilidade às escolas, baseado na soma cumulativa (por zona OD), da quantidade de escolas alcançadas dentro de um tempo máximo de viagem de 60 minutos.

5.2.1 ESCOLAS PRIVADAS UTILIZANDO AS REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO E INDIVIDUAL

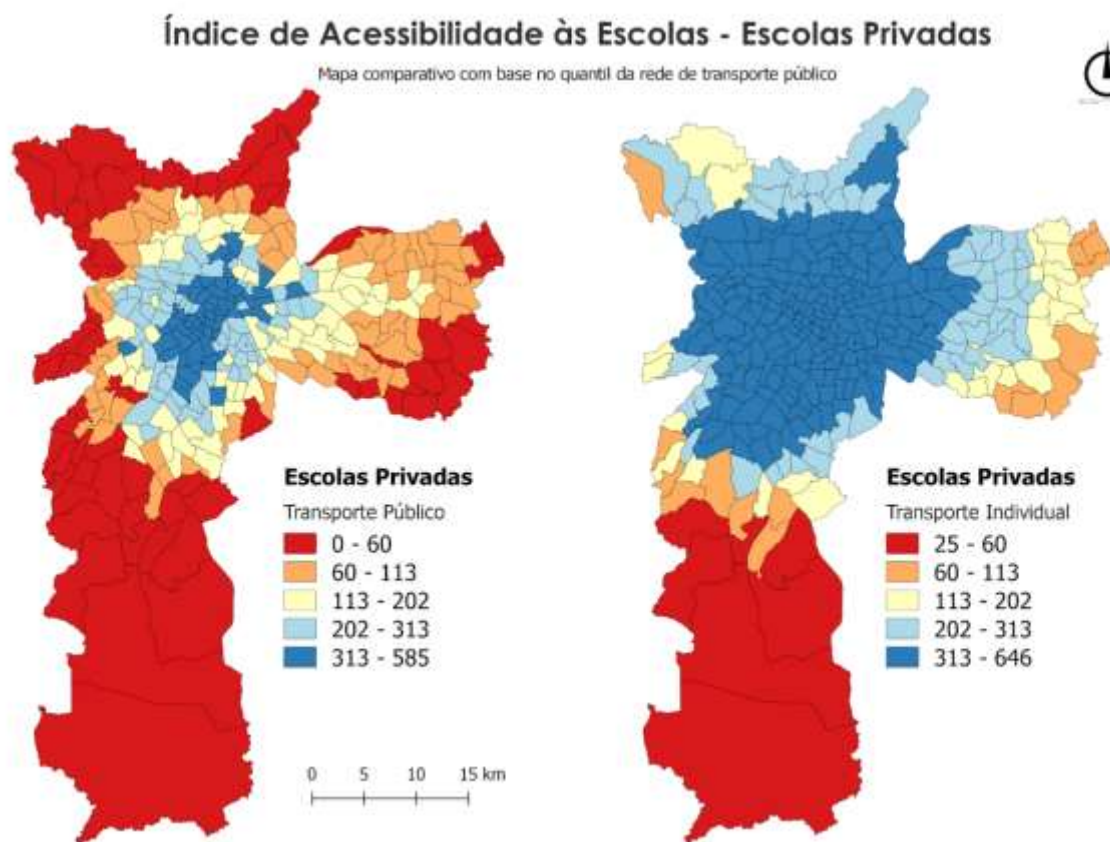


Figura 20: Mapa comparativo do índice de acessibilidade às ESCOLAS, para escolas PRIVADAS com rede de transporte individual e público (elaborado pelos autores).

Observando o mapa comparativo das escolas privadas (Figura 20), percebe-se claramente a disparidade entre os tempos de viagem usando redes de transporte diferentes; com o transporte individual, a quantidade de zonas com mais viagens que possuem duração de até 60 minutos é muito maior do que quando se utiliza o transporte público. Ou seja, a acessibilidade para se alcançar as mesmas escolas (privadas) é maior com a rede de transporte **individual**.

Essa conclusão fica mais evidente ao observar o mapa comparativo das duas redes de transporte a seguir (Figura 21):

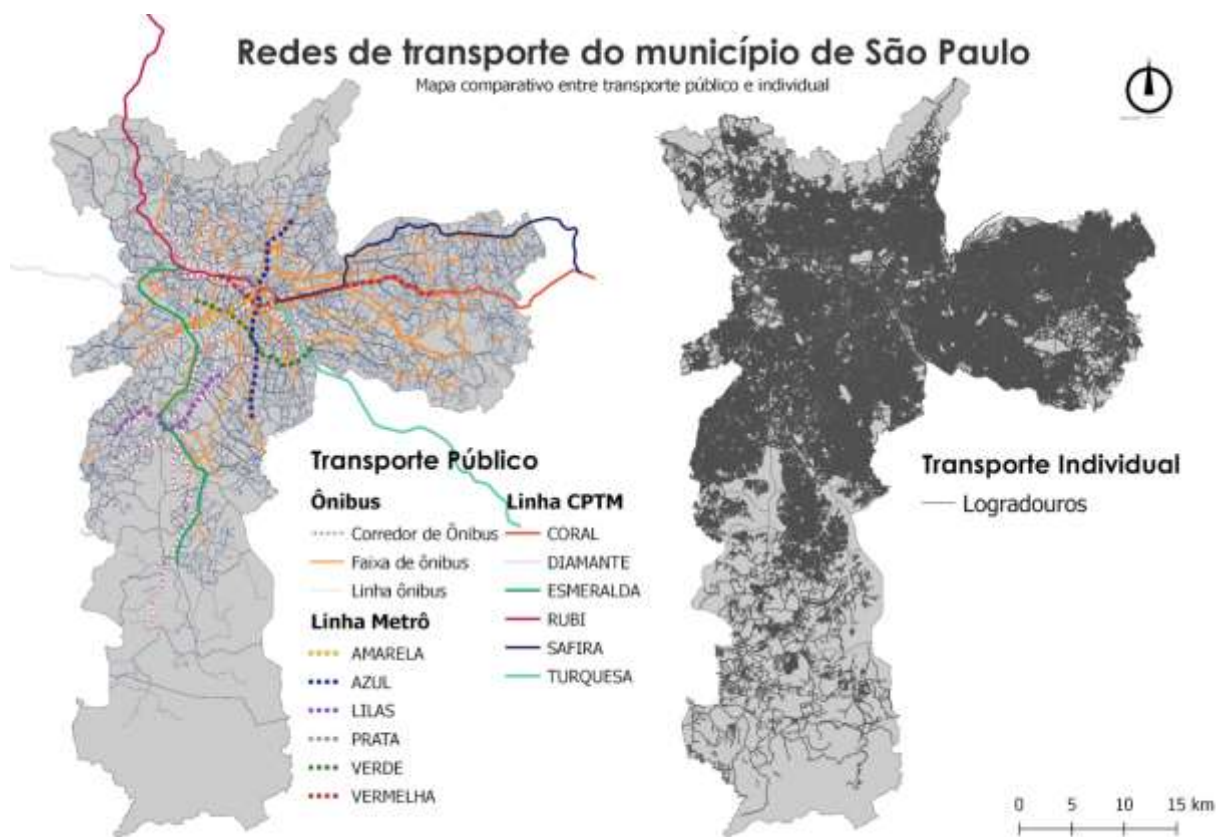


Figura 21: Mapa comparativo da infraestrutura de transporte no município de São Paulo (Elaborado pelos autores)

Analisando a rede de transporte público, nota-se que os lugares mais desprovidos de serviços, seja metrô, linhas de ônibus ou CPTM são os extremos das regiões Norte, um pouco do extremo Leste e, principalmente, boa parte da região Sul (inclusive existem algumas áreas que se apresentam com uma rede inexistente ou muito escassa) e são os mesmos lugares que apresentam os menores índices de acessibilidade no mapa gerado.

Em contrapartida, seguindo as zonas OD, radialmente, dos extremos até o centro, a rede de transportes passa a se adensar e a disponibilizar gradativamente mais opções (ônibus, CPTM e metrô). E, conseqüentemente, os mesmos setores que possuem maior (e melhor) oferta de transporte apresentam índices de acessibilidade melhores, o que leva a concluir que a distribuição desigual da rede de transporte público seja, provavelmente, a principal causa dos índices de acessibilidade às escolas se torne tão distinto em relação ao transporte individual.

5.2.2 ESCOLAS PRIVADAS E PÚBLICAS UTILIZANDO REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO

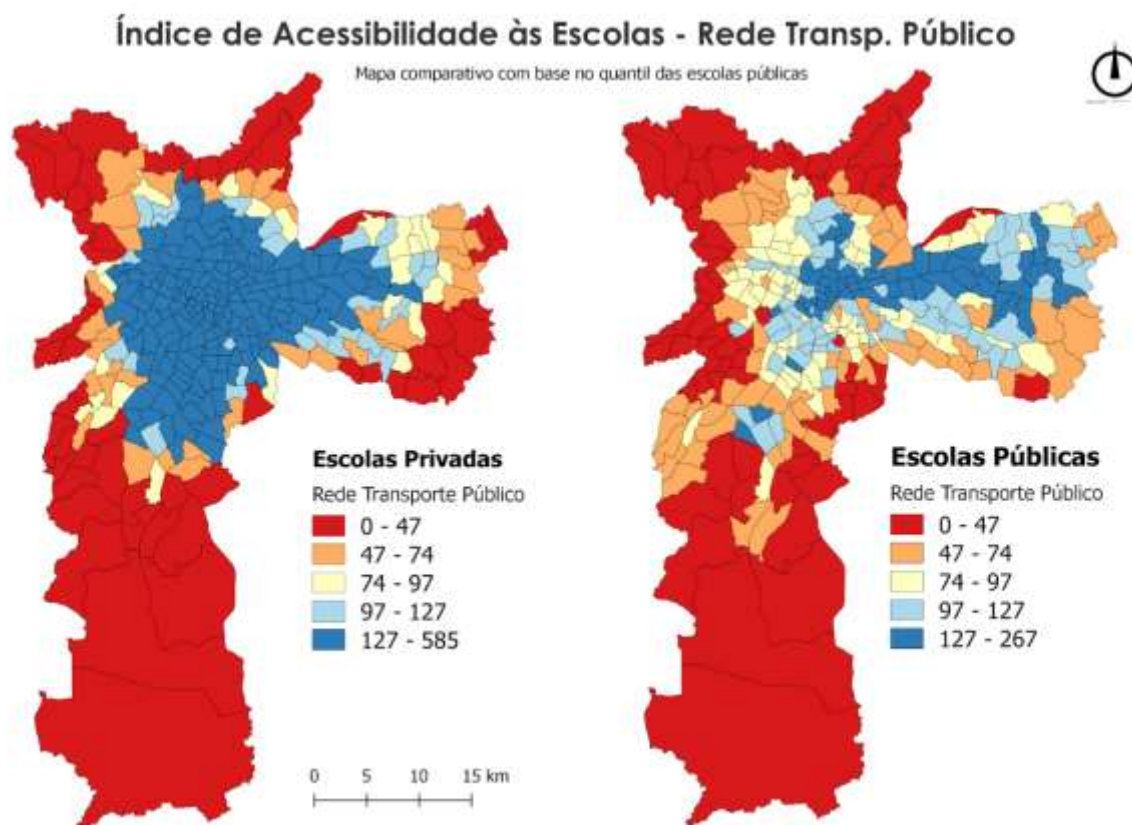


Figura 22: Mapa comparativo do índice de acessibilidade às ESCOLAS entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público (elaborado pelos autores).

Os mapas da Figura 22 contrastando o uso do transporte público para alcançar tanto as escolas privadas quanto as escolas públicas, se comparado com os mapas anteriores fica muito aquém na questão de acessibilidade: as regiões com mais viagens são mais escassas e o destaque do mapa são as regiões em laranja e vermelho, que correspondem a contagens piores.

O que ocorre no geral é que, para a mesma rede (de transporte público), comparando as escolas públicas com as escolas privadas, pode-se inferir que a distribuição e/ou quantidade das escolas públicas pelo município é muito diferente das escolas privadas. Afinal, se a soma de viagens com menos de 60 minutos é diferente, o único parâmetro que varia entre os dois é a localização e quantidade de destinos. Como a quantidade de escolas públicas (690) é quase igual à quantidade de escolas privadas (698), entende-se que o que pode estar gerando essa diferença seja a maneira como as escolas públicas estão distribuídas.

Analisando a região central da cidade, por exemplo, em que há uma boa oferta de transporte público, o índice é menor para escolas públicas e maior para escolas privadas.

De maneira geral, as escolas (públicas e privadas) são mais acessíveis nas regiões central e centro-leste do município dado que os melhores índices se concentram nessas regiões, como pode ser visto no mapa comparativo (Figura 22) e na Figura 13. **Figura 13: Mapa com as distribuições das escolas de ensino médio no município de São Paulo (Elaborado pelos autores).** Porém as escolas públicas estão mais presentes em regiões mais periféricas do centro do que as escolas privadas (há zonas periféricas em que não há presença de escolas privadas) o que acarreta, no geral, em menos escolas alcançadas na análise cumulativa, e resulta em menores índices.

A maioria das escolas privadas fica nas regiões mais centrais, conseqüentemente, estão proporcionalmente mais próximas umas das outras. Como essa distribuição se restringe mais ao centro, as periferias ainda ficam com menores índices (porque possuem menos escolas por perto e piores condições de rede de transporte) - conforme mostra a Figura 23, a seguir, a distribuição das escolas privadas ao longo do território de São Paulo.

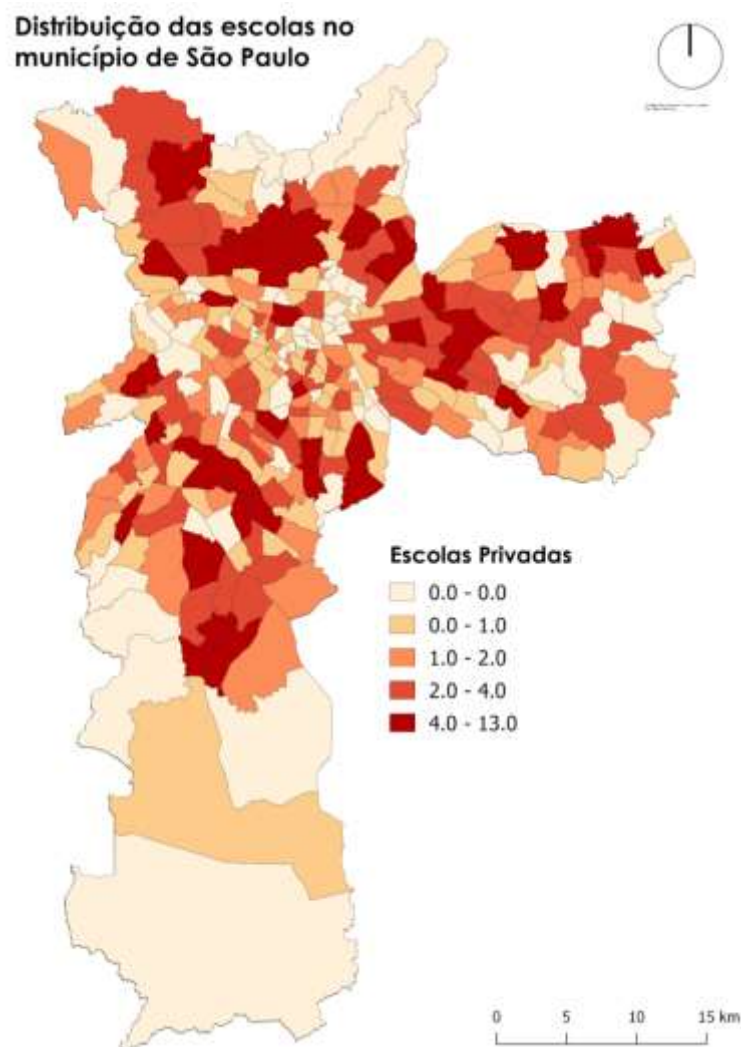


Figura 23: Mapa da distribuição das escolas PRIVADAS no município de São Paulo. (Elaborado pelos autores)

Já as escolas públicas estão mais espalhadas pelo território e possuem menor quantidade no centro, ficando proporcionalmente mais longes umas das outras e por isso os índices, apesar de serem melhores no centro, são mais baixos no geral quando comparado com as escolas privadas – conforme a Figura 24.

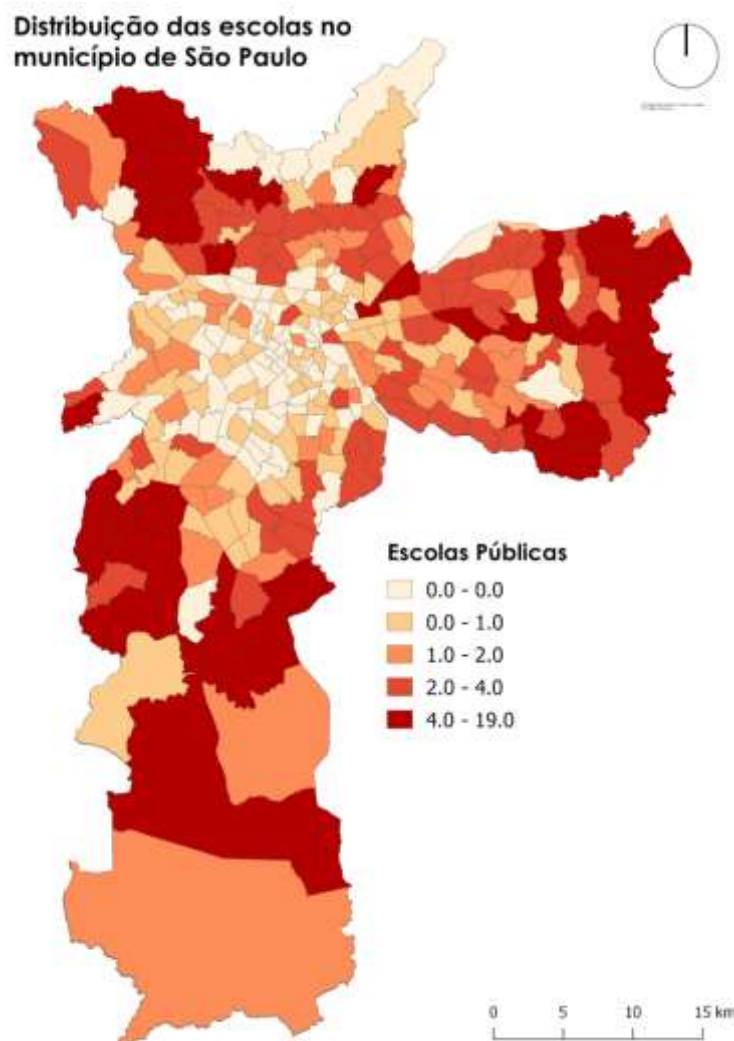


Figura 24: Mapa da distribuição das escolas PÚBLICAS no município de São Paulo (elaborado pelos autores)

5.3 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE À EDUCAÇÃO DE ENSINO MÉDIO (AEEM)

Os indicadores calculados buscam quantificar não somente o tempo de viagem, mas também atributos que qualifiquem de alguma forma o ensino das escolas. Por isso a distinção entre acessibilidade às escolas, que mede apenas a quantidade de escolas que são alcançadas em 60 minutos, e acessibilidade à educação de ensino médio, que além de medir questão do tempo, também mede a qualidade do ensino alcançado.

Foram calculados dois índices: o primeiro foi um indicador AEEM (v1) que associa a acessibilidade às escolas com as notas do ENEM; e o indicador AEEM (v2) que associa, além do ENEM, os indicadores educacionais (taxas de aprovação e abandono, taxa de distorção idade-série, média de horas-aula e média de alunos por turma), a fim de obter uma quantificação mais apurada da qualidade das escolas.

Os mapas a seguir (Figura 25 e Figura 26 do indicador AEEM (v1), e Figura 27 e Figura 28 do indicador AEEM (v2)) foram comparados de duas maneiras: por escolas privadas utilizando com redes diferentes, e entre escolas públicas e privadas utilizando a mesma rede (de transporte público). Para facilitar a leitura e comparação entre os mapas, os valores dos indicadores foram normalizados a partir do valor mais alto obtido dentre todos os casos, correspondente ao das escolas privadas com rede de transporte individual. Assim, todos os índices foram divididos por esse valor, obtendo uma escala normalizada, conforme consta nos mapas.

5.3.1 INDICADOR AEEM (v1)

Associa apenas a soma cumulativa de zonas OD com tempo de viagem menor ou igual a 60 minutos e as notas do ENEM.

5.3.1.1 Escolas privadas utilizando as redes de transporte público e individual

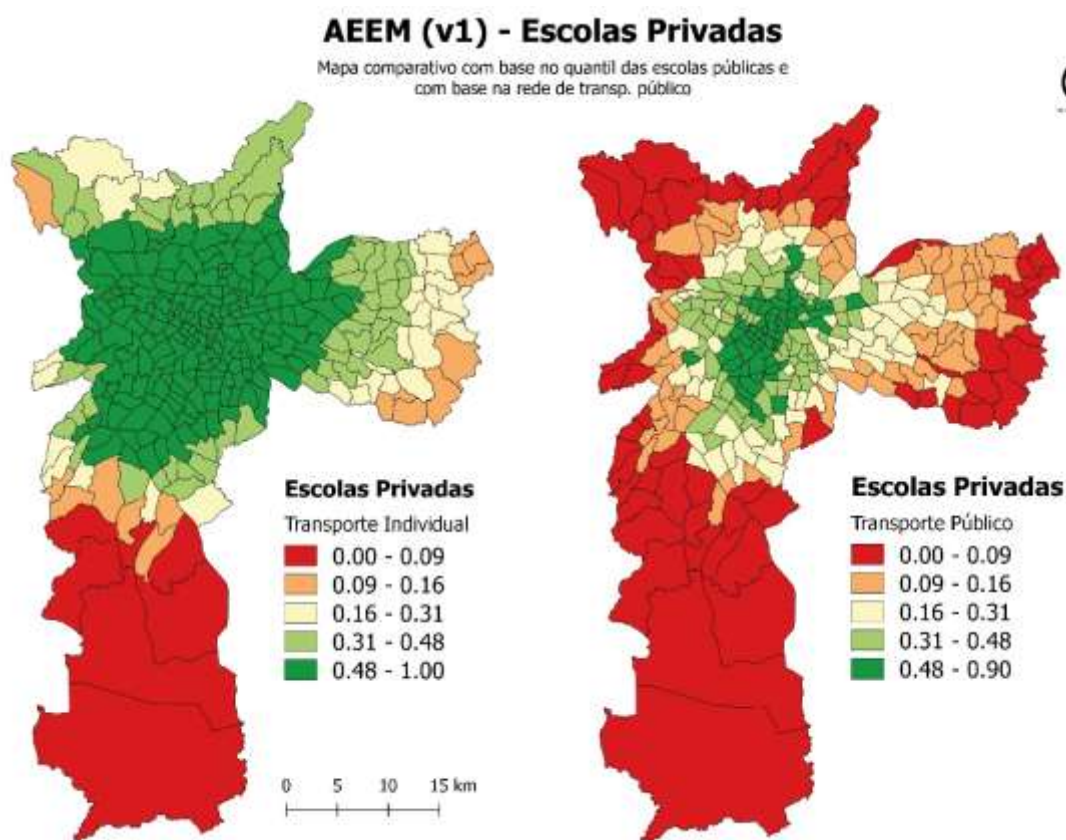


Figura 25: Mapa comparativo do indicador AEEM (v1) das escolas PRIVADAS, usando diferentes redes de transporte.

Estes mapas da Figura 25 trazem como principal informação a diferença entre as redes de transporte: para os mesmos destinos (as escolas privadas, ou seja, a condição qualitativa tem pouca influência), há um desequilíbrio considerável de acessibilidade exclusivamente por conta

da rede de transporte utilizada. Conclui-se, portanto, que a maior acessibilidade está vinculada à rede de transporte individual, e consequentemente a menor à rede de transporte público.

Outra informação importante é o fato da acessibilidade às escolas, para as duas redes, ser maior no centro e pior nas periferias, tendo o transporte individual diminuído essa concentração central e expandido para as franjas do município. No entanto, o extremo sul de São Paulo é a região que apresenta indicadores baixos de acessibilidade em ambos os casos, embora seja uma zona que abrange áreas de pouca densidade demográfica devido às grandes áreas de unidades de conservação, conforme mostra a Figura 13.

5.3.1.2 Escolas Privadas e Públicas utilizando rede de transporte público

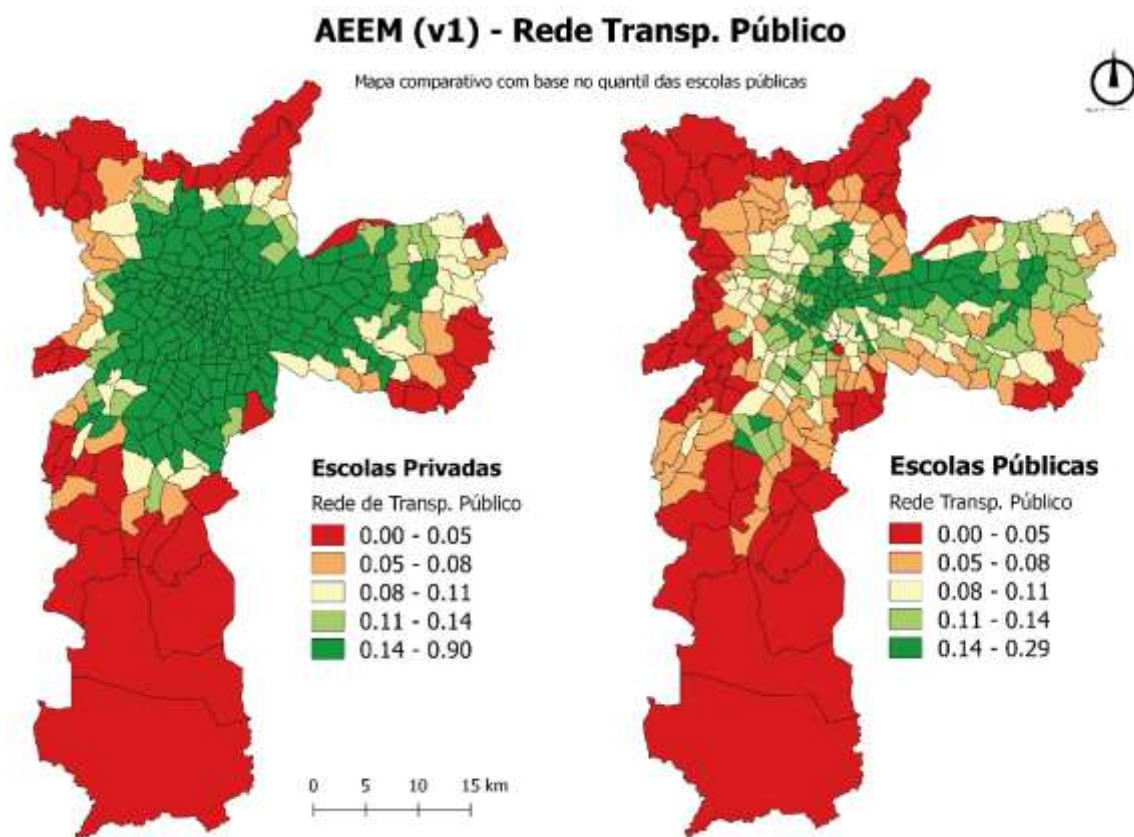


Figura 26: Mapa comparativo o indicador AEEM (v1) entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público.

Analisando tipos de escolas diferentes utilizando a mesma rede de transporte (Figura 26), percebe-se que a maior acessibilidade ocorre para as escolas privadas de maneira geral. Isso pelo fato das escolas privadas terem vantagem com relação aos indicadores educacionais e o ENEM (o que implica em melhor qualidade de educação) como mostrado nos mapas das Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18 e Figura 19).

Também é importante notar que a maior acessibilidade se restringe às regiões mais centrais, enquanto as periferias acabam tendo os menores indicadores. Isso ocorre por conta da rede de transporte público, que se concentra no centro e também, como já analisado para o índice de acessibilidade às escolas (seção 5.2), pela distribuição espacial das escolas por São Paulo.

5.3.2 INDICADOR AEEM (v2)

O indicador associa, além da soma cumulativa de zonas OD com tempo de viagem menor ou igual a 60 minutos e as notas do ENEM, os 5 indicadores educacionais (taxa de aprovação, taxa de abandono, taxa de distorção idade-série, média de alunos por turma e média de horas-aula).

Será analisado o indicador AEEM (v2) comparando as escolas privadas com redes de transporte diferentes (item 5.3.2.1), escolas públicas x escolas privadas (item 5.3.2.2) e comparando com o indicador AEEM (v1) (seção 5.3.3).

5.3.2.1 Escolas privadas utilizando as redes de transporte público e individual

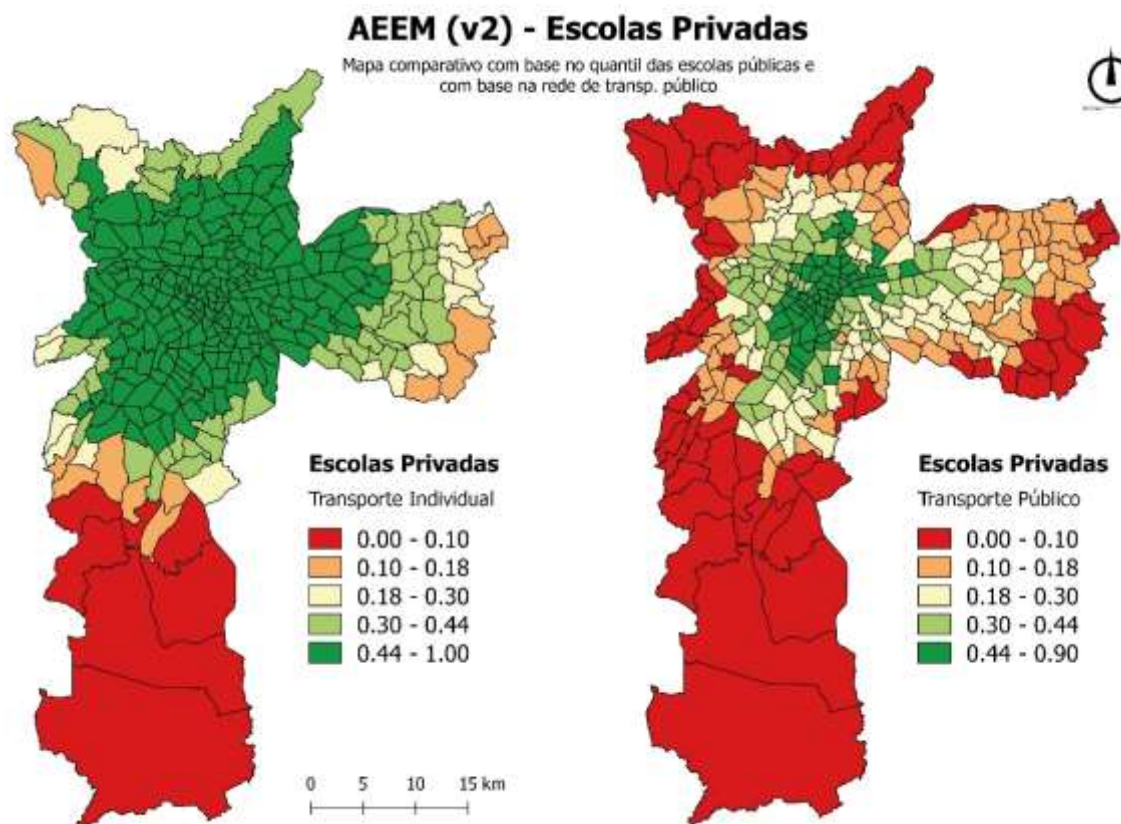


Figura 27: Mapa comparativo o indicador AEEM (v2) das escolas PRIVADAS, usando diferentes redes de transporte.

Assim como ocorreu com o indicador AEEM (v1), há a grande diferença entre o uso do transporte público para o transporte individual, que podem ser observados nos mapas da Figura 23. E os melhores resultados estão concentrados na região central do município, sendo que com o transporte individual os resultados são muito melhores. Importante notar que para a rede de transporte individual, em que há mais zonas com os melhores indicadores, a zona sul é a que possui os piores indicadores.

5.3.2.2 Escolas Privadas e Públicas utilizando rede de transporte público

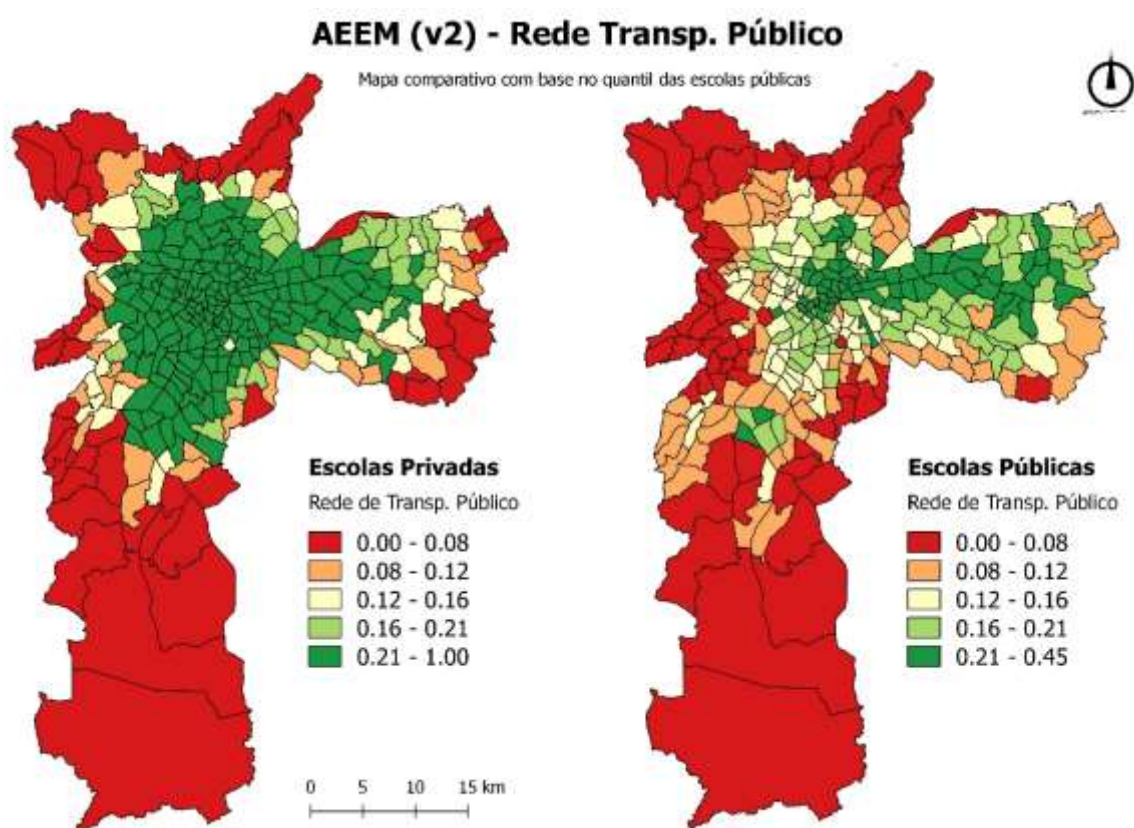


Figura 28: Mapa comparativo do indicador AEEM (v2) entre escolas públicas e privadas, utilizando apenas o transporte público.

Novamente, os resultados apresentados nos mapas (Figura 24) são parecidos com o indicador AEEM (v1), em que a concentração dos melhores resultados estão na região central, e mesmo para a mesma rede de transporte, as escolas privadas levam maior vantagem de acessibilidade, como já analisado anteriormente.

5.3.3 COMPARAÇÃO ENTRE AEEM (v1) E AEEM (v2)

Para analisar quais as diferenças que os indicadores AEEM (v1) e AEEM (v2) apresentaram com a análise de mais atributos para a verificação da qualidade das escolas, foram elaborados três mapas (escolas públicas com transporte público (item 5.3.3.1), escolas privadas

com transporte público (item 5.3.3.2) e escolas privadas com transporte individual (item 5.3.3.3)).

5.3.3.1 Escolas Públicas com a rede de transporte público

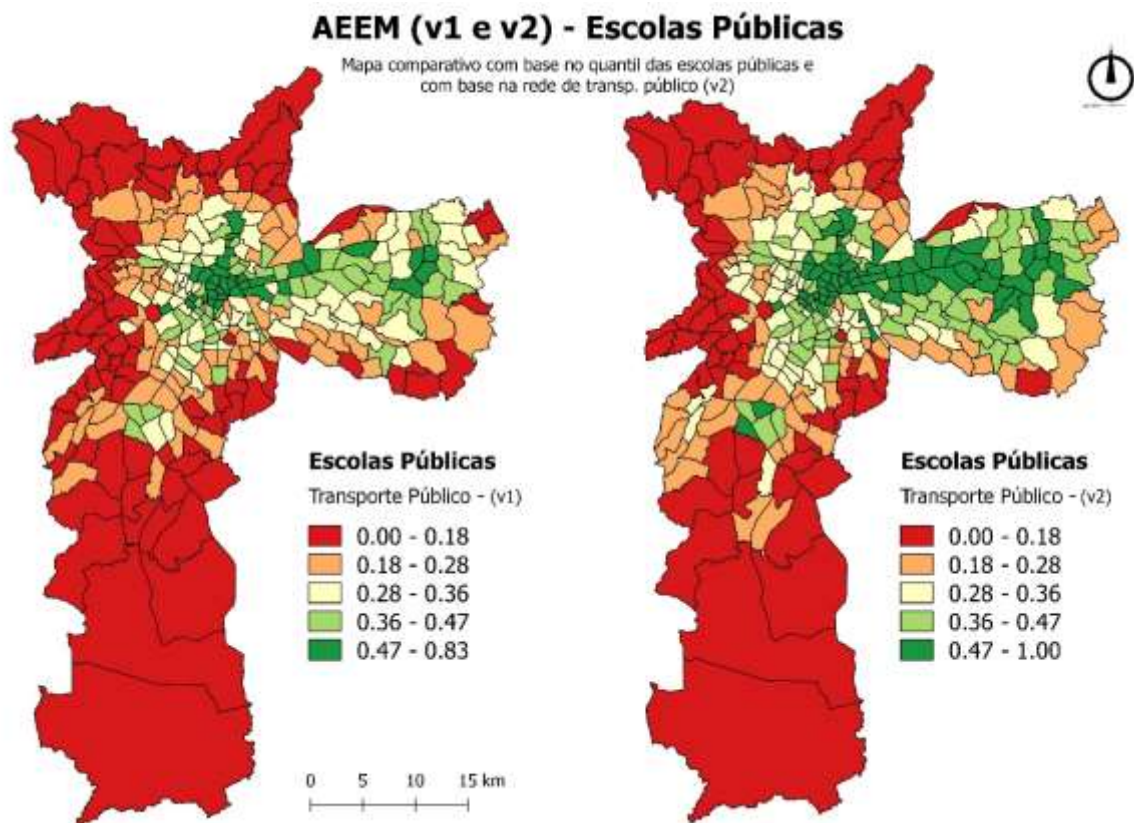


Figura 29: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas públicas utilizando rede de transporte público.

Apesar dos mapas, da Figura 29, serem parecidos (mancha verde mais ao centro, seguindo para zona Leste) há diferenças significativas: nos indicadores AEEM (v2), as zonas com melhor acessibilidade aumentaram o que indica que houve influência dos indicadores qualitativos. Nesse caso, observa-se que para as escolas públicas, somente a nota do ENEM – correspondente ao indicador AEEM (v1) – piora o indicador “qualitativo” nas escolas públicas.

5.3.3.2 Escolas Privadas com a rede de transporte público

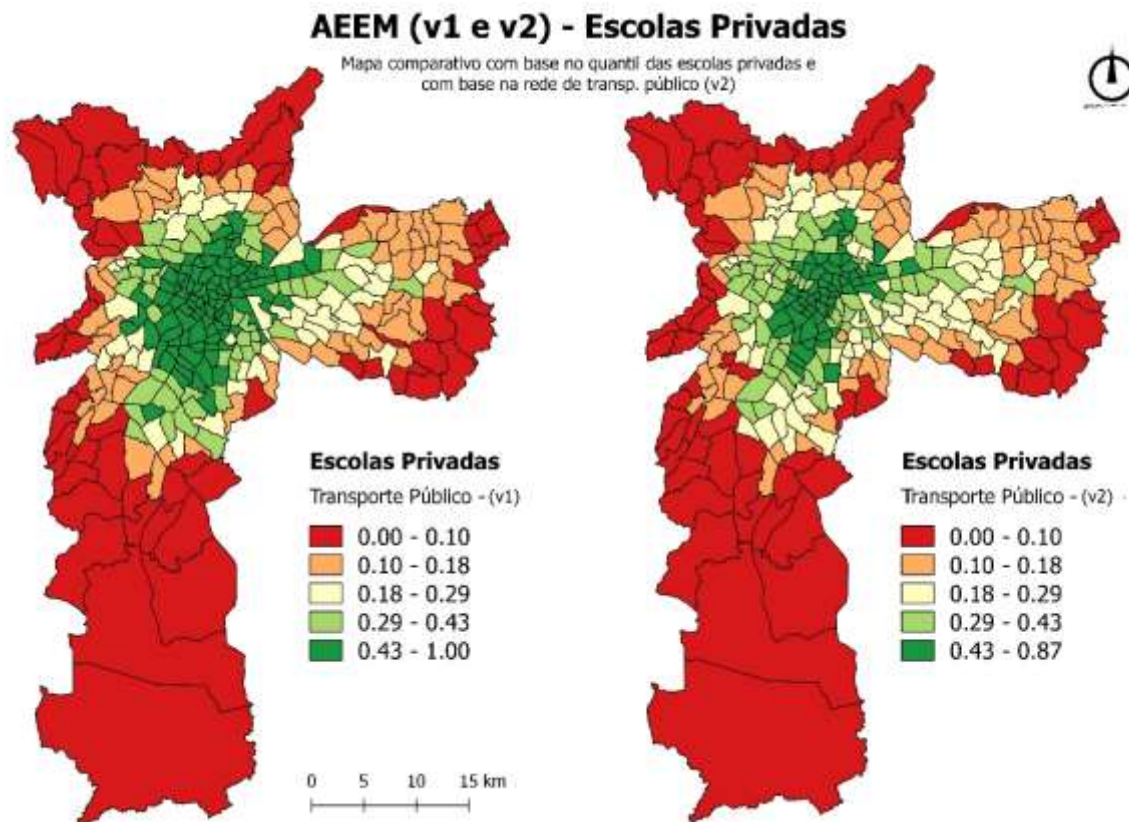


Figura 30: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas privadas, utilizando apenas o transporte público.

Nos mapas da Figura 30, também é possível observar diferenças: apesar de apresentar pouca mudança na qualidade das escolas privadas da periferia (que continuam apresentando valores mais baixos), nas regiões centrais verifica-se que houve uma queda nesses indicadores, evidenciando que a qualidade das escolas nesta região não era tão alta como mostrado pelo indicador AEEM (v1).

5.3.3.3 Escola Privada com a rede de transporte individual

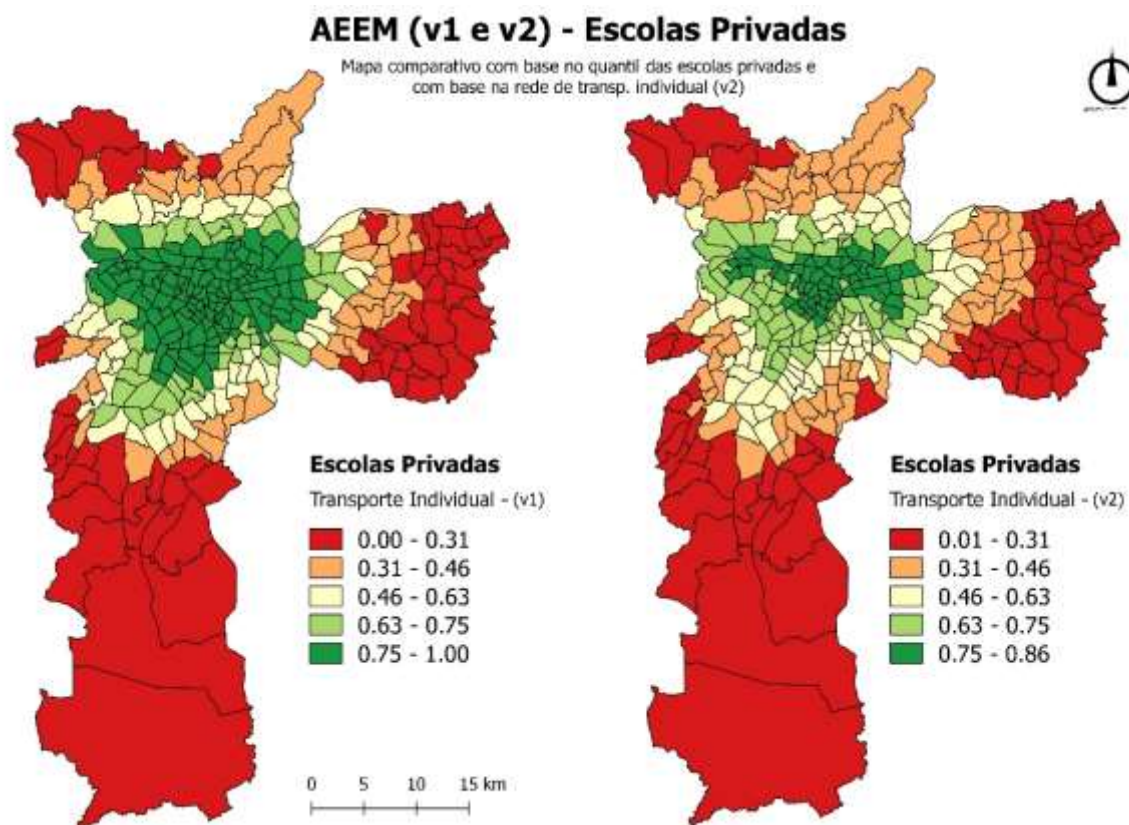


Figura 31: Mapa comparativo dos indicadores AEEM (v1) e (v2) para escolas privadas, utilizando apenas o transporte individual.

Nestes mapas da Figura 31, a análise é parecida com a comparação entre os mapas de escolas privadas com a rede de transporte pública (Figura 30). Nas regiões periféricas, os indicadores AEEM (v2) se mantiveram bem similares no geral, mas nas zonas da região central, os indicadores AEEM (v2), quando não eram parecidos, se apresentaram invariavelmente menores.

Embora as redes ainda sejam as mesmas, novos atributos de qualidade foram incluídos no cálculo do indicador AEEM (v2), o que refletiu no resultado obtido. Dessa forma, a quantidade de zonas com educação de qualidade é menor do que se mostrava anteriormente apenas com o ENEM.

6 CONCLUSÃO

Apesar das diferenças entre os indicadores de escolas públicas e privadas serem bastante expressivas (sendo que as escolas privadas possuem valores muito superiores), quando realizada a análise com mais variáveis, foi possível observar que somente a nota do ENEM não era suficiente para gerar um indicador da qualidade das escolas acurado e que as demais variáveis foram importantes para qualificá-las melhor.

Como observado nos mapas comparativos entre os indicadores AEEM (v1) e (v2), com o aumento de atributos para a análise, as escolas públicas tiveram um ligeiro aumento na qualidade das escolas, enquanto as escolas privadas apresentaram uma queda significativa do indicador, especialmente quando se tratava das redes de transporte individual.

Essas diferenças do indicador AEEM (v1) para o (v2) fazem com que a desigualdade entre o indicador de acessibilidade das escolas públicas e privadas seja suavemente menor, como observado nas comparações abaixo (Figura 32 e Figura 33):

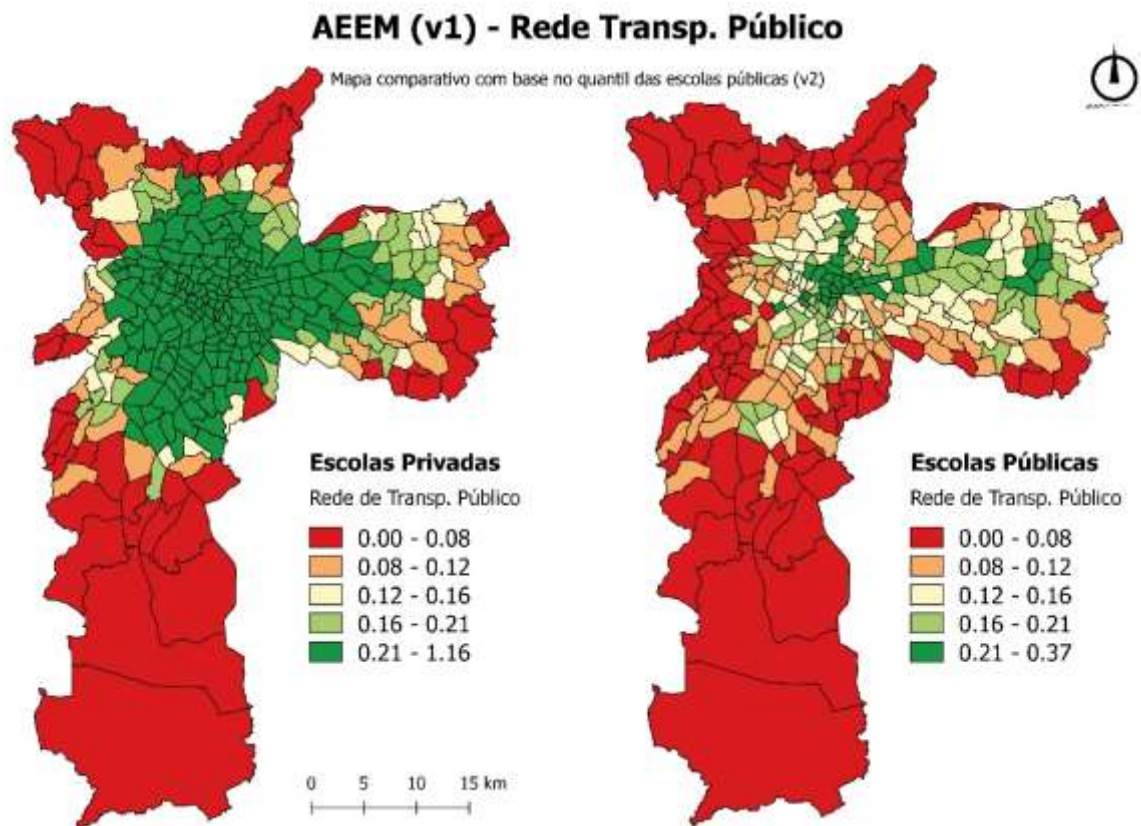


Figura 32: Mapa comparativo do indicador AEEM (v1) entre escolas privadas e públicas, utilizando apenas o transporte público. Os intervalos foram divididos com base o quantil novo das escolas públicas.

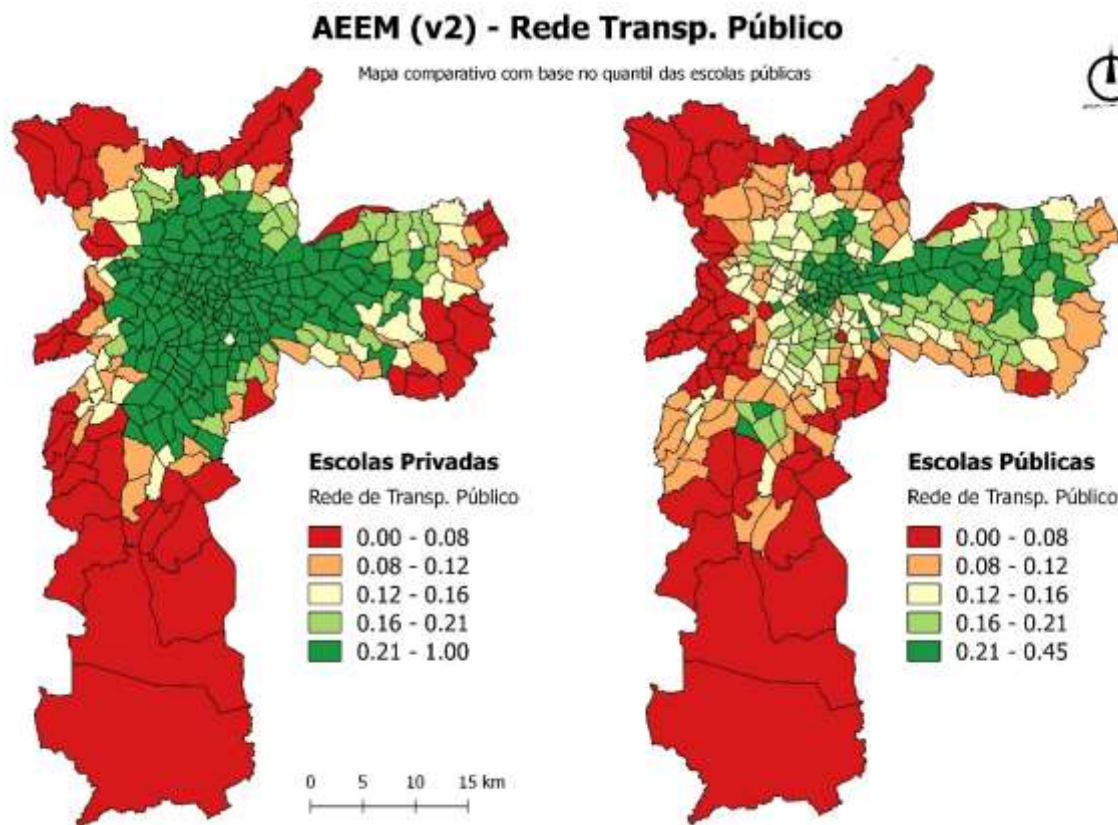


Figura 33: Mapa comparativo do indicador AEEM (v2) entre escolas privadas e públicas, utilizando apenas o transporte público. Os intervalos foram divididos com base no quantil novo das escolas públicas.

No entanto, apesar da redução da desigualdade entre escolas públicas e privadas, ela se ateve basicamente na região central. É possível notar que nas regiões mais periféricas (boa parte da zonal Sul, extremos Leste e Norte) os indicadores continuam sendo invariavelmente os piores, seja para escolas privadas, seja para escolas públicas. Coincidentemente, são as regiões que mais possuem escolas públicas, menos escolas privadas, em que os indicadores educacionais (em geral) se mostraram piores e que possuem menor disponibilidade de transporte público.

Os indicadores educacionais auxiliaram a identificar as zonas que possuíam maior déficit de qualidade educacional na região central, em que as condições de transporte são melhores, mais bem estruturadas. Em contrapartida, para as regiões onde estão os piores indicadores, há uma junção de fatores que vão além apenas da qualidade da educação oferecida, e questões como a infraestrutura de transporte passam a pesar mais também.

Os cálculos de indicadores desse tipo, que englobam diversas características qualitativas, buscam trazer informações mais completas e condizentes com a realidade. Este trabalho buscou mostrar que o acesso real da cidade e suas oportunidades vai além de políticas

públicas voltadas apenas ao planejamento de transporte e infraestrutura; há também o acesso qualitativo, e que, infelizmente, em São Paulo, ainda está longe de oferecer oportunidades realmente iguais a todos em inúmeros aspectos. Seja porque:

- As redes de transportes não atendem bem todas as regiões (especialmente de transporte público, que se concentra majoritariamente nas regiões mais centrais da cidade);
- As escolas têm distribuição desigual;
- As escolas não têm a mesma qualidade de ensino e infraestrutura, o que é ainda mais claro quando a comparação ocorre entre escolas públicas e privadas (mas não só, dentre as próprias escolas públicas há também muita diferença de qualidade);

Assim, o indicador de acessibilidade mostra-se como uma ferramenta importante para o planejamento urbano e o direcionamento de políticas públicas, não se atendo somente à esfera educacional, mas podendo se estender a outras áreas como saúde, meio ambiente, esporte, entre outros. Com o diferencial de que se possibilita analisar não somente a distribuição espacial no território, mas também a qualidade do serviço oferecido à população, trazendo consigo informações mais assertivas e acuradas.

7 REFERÊNCIAS

- ALBERT, D.P., & BUTAR, F.B. **Estimating the de-designation of single-county HPSAs in the United States by counting naturopathic physicians as medical doctors.** *Applied Geography* 25, pg. 271–285, 2005.
- ARANHA, Francisco; ZAMBALDI, Felipe. **Análise Fatorial em Administração.** São Paulo: Cengage do Brasil, 2008.
- AZEVEDO, Aroldo de. “**São Paulo, cidade trimilionária**”. In: *A cidade de São Paulo. Estudos de geografia urbana. Volume I. Preâmbulo.* São Paulo: Companhia Editora nacional, 1958.
- BATTY, Michael. **Land Use Transportation Interaction Models.** S.l.: Universidad Politécnica de Madrid, 2014. 59 slides.
- BOISJOLY, Geneviève; EL-GENEIDY, Ahmed. **Measuring Performance: Accessibility Metrics in Metropolitan Regions around the World.** Brookings Institution, Agosto 2017.
- EL-GENEIDY, Ahmed M.; Levinson, David M. **Access to Destinations: Development of Accessibility Measures.** Department of Civil Engineering, University of Minnesota, Maio 2006.
- ÉRNICA, Mauricio. **O sistema escolar reduz ou reproduz desigualdades?** Página 22, [S.l.], n. 107, p. 31, jul. 2017. ISSN 1982-1670. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/pagina22/article/view/70174>>. Acesso em: 20 Abr. 2018.
- FRANSEN, Koo; NEUTENS, Tiji, Farber, Steven; DE MAEYER, Philippe; DERUYTER, Greet. **Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels.** *Journal of Transport Geography*, vol 48, p. 176–187, 2015.
- GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** São Paulo, 3a edição, Perspectiva, 2015.

- GEURS, K. T.; ECK, J.R. Ritsema van. **Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impacts.** *National Institute for Public Health and the Environment*, Bilthoven, Junho, 2001.
- GUAGLIARDO, M.F. **Spatial accessibility of primary care: concept, methods and challenges.** *International Journal of Health Geographics* 3 (3), 2004.
- INGRAM, D.R. **The concept of accessibility: A search for an operational form.** *Regional Studies*, Department of Geography, McMaster University, Hamilton, Ontario, 5:2, 101-107, 1971.
- MORENO-MONROY, Ana; LOVELACE, Robin; RAMOS, Frederico. (2017). **Public transport and school location impacts on educational inequalities: Insights from São Paulo.** *Journal of Transport Geography*. 10.1016/j.jtrangeo. 2017.08.012.
- NEUTENS, Tijs et al. **Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures.** *Environment And Planning A*. Ghent, Vol. 42, p. 1613-1635. 28 jun. 2010.
- PÁEZ, Antonio; SCOTT, Darren; MORENCY, Catherine. (2012). **Measuring Accessibility: Positive and Normative Implementations of Various Accessibility Indicators.** *Journal of Transportation Geography*. (online first;doi: 10.1016/j.jtrangeo.2012.03.016).
- Rede Nossa São Paulo, Observatório Cidadão. Disponível em: <http://www.redesocialdecidades.org.br/br/SP/sao-paulo>>. Acesso em: 25 de Maio de 2018.
- SALONEN, Maria; TOIVONEN, Tuuli. **Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport.** *Journal of Transport Geography*, Helsinki, Vol. 31, pg. 143 – 153, Julho 2013.
- SCHEURER, Jan; CURTIS, Carey. **Accessibility Measures: Overview and Practical Applications.** 2007. 53 f., Curtin University, Bentley, 2007.

- TOMASIELLO, Diego Bogado. **Modelos De Rede De Transporte Público E Individual Para Estudos De Acessibilidade Em São Paulo**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo, Unidas, 1996.
- VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. São Paulo, Unidas, 1996.
- WANG, L. **Immigration, ethnicity, and accessibility to culturally diverse family physicians**. *Health and Place* 13, pg. 656–671, 2007.
- WANG, F., MCLAFFERTY, S., ESCAMILLA, V., LUO, L. **Late-stage breast cancer diagnosis and health care access in Illinois**. *Professional Geographer* 60 (1), pg. 54–69, 2008.
- WEE, Bert Van; GEURS, Karst T. **Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions**. *Journal of Transport Geography*, Países Baixos, Delft, Vol. 12, artigo 2, pg. 127 – 140, Junho 2004.
- YANG D., GOERGE, R., Mullner, R. **Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services**. *Journal of Medical Systems* 30 (1), pg. 23–32, 2006.

8 ANEXOS

8.1 PROCEDIMENTOS: SOFTWARES UTILIZADOS

8.1.1 TEMPO DE VIAGEM

Para calcular os tempos de viagens utilizou-se o software ArcMap (versão 10.4), utilizando a ferramenta *OD Cost Matrix*, nele, há uma ferramenta chamada *Network Analyst* que permite criar uma camada de análise de matriz OD (*OD Cost Matrix*).

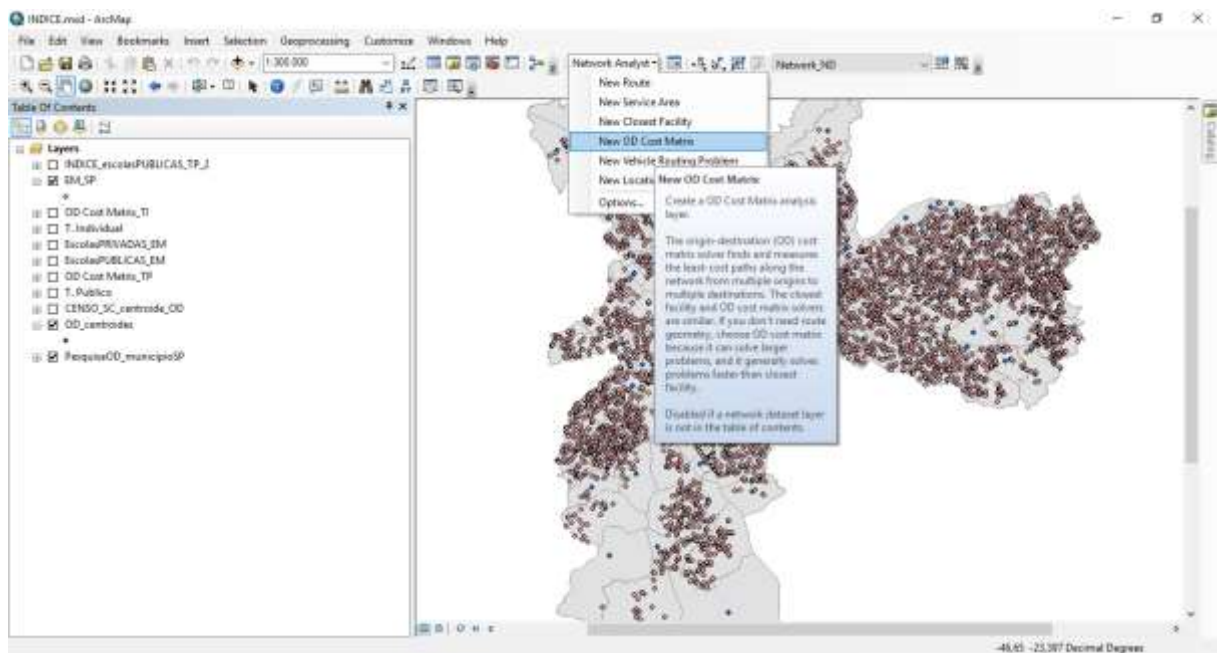


Figura 34: Ferramenta *Network Analyst* e a função *OD Cost Matrix*.

Assim, foi criada uma camada *OD Cost Matrix* para cada rede de transporte (público e individual). Ao utilizar a ferramenta *Network Analyst*, uma janela correspondente é habilitada, e nela aparece uma lista com as feições que a comporão. Para este estudo, foram utilizadas apenas as origens e os destinos como podem ser vistos na imagem. Dessa forma, foram carregadas tanto as origens quanto os destinos em suas respectivas camadas (*Origins e Destinations*).

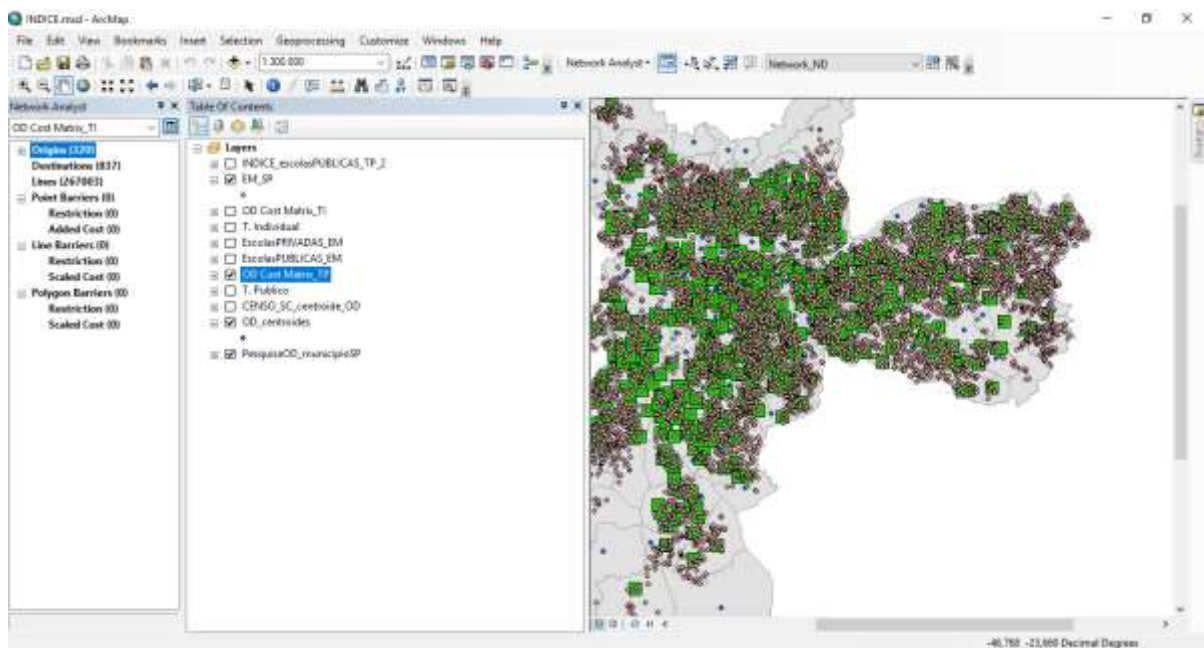


Figura 35: OD Cost Matrix gerada.

Feito isso, configurou-se a rede **para quarta-feira às 7h00**. Foi escolhido esse dia da semana por ser considerado um dia típico, e o horário ser compatível com as viagens realizadas no pico da manhã para o período de aulas matutino.

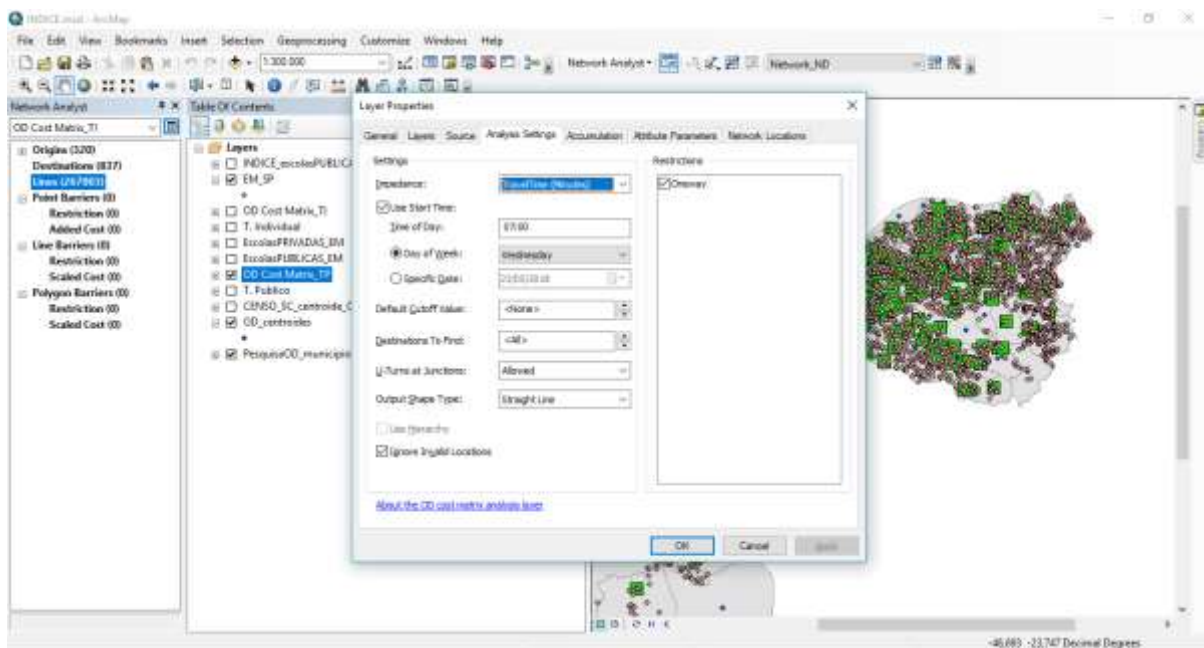


Figura 36: Configuração da rede para a análise - 7h00 da manhã de uma quarta-feira.

Foi realizado o *Solve* para a rede, assim calculando, na camada *Lines*, os tempos de viagens das origens para cada destino. A tabela de atributos possui uma coluna com os tempos de viagens (*Total_TravelTime*), conforme a Figura 33.

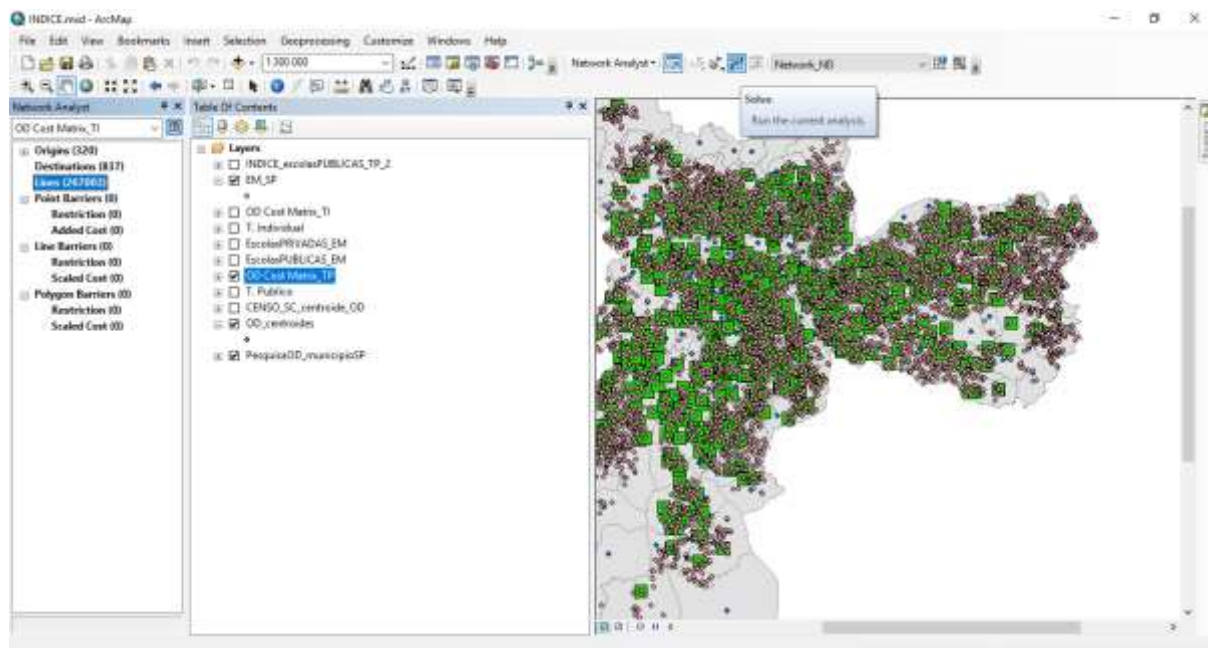


Figura 37: Função *Solve* para calcular os tempos de viagens.

Network Analyst	Origin (ID)	Stage	Barrier	OriginID	DestinationID	DestinationRank	Total Travel Time
1	Polyline	1-5097	1	400	1	8,301,328	
2	Polyline	1-5099	1	403	2	8,829,125	
3	Polyline	1-6283	1	707	3	8,196,762	
4	Polyline	1-11001	1	801	4	11,438,893	
5	Polyline	1-5096	1	401	5	11,724,094	
6	Polyline	1-5091	1	406	6	12,804,430	
7	Polyline	1-10730	1	408	7	12,826,478	
8	Polyline	1-5282	1	402	8	13,147,199	
9	Polyline	1-5085	1	407	9	13,444,755	
10	Polyline	1-51201	1	807	10	13,583,305	
11	Polyline	1-5062	1	404	11	13,822,303	
12	Polyline	1-5089	1	404	12	14,022,448	
13	Polyline	1-5196	1	407	13	14,228,113	
14	Polyline	1-5062	1	408	14	14,261,904	
15	Polyline	1-5063	1	409	15	14,800,705	
16	Polyline	1-5033	1	408	16	14,870,811	
17	Polyline	1-3180	1	791	17	15,208,802	
18	Polyline	1-5044	1	475	18	15,870,801	
19	Polyline	1-5790	1	428	19	15,887,107	
20	Polyline	1-8012	1	482	20	16,796,308	
21	Polyline	1-6610	1	482	21	17,862,708	
22	Polyline	1-5064	1	488	22	17,875,707	
23	Polyline	1-5063	1	479	23	17,894,104	
24	Polyline	1-5064	1	480	24	17,894,104	
25	Polyline	1-5174	1	473	25	17,111,208	
26	Polyline	1-5047	1	478	26	17,130,702	
27	Polyline	1-10028	1	802	27	17,304,804	
28	Polyline	1-5796	1	425	28	17,376,403	
29	Polyline	1-5012	1	428	29	17,500,701	
30	Polyline	1-5074	1	431	30	17,744,804	
31	Polyline	1-4077	1	485	31	17,753,808	

Figura 38: Tabela de Atributos gerada para posteriormente criar a matriz OD.

8.1.2 MATRIZ OD

Após a exportação da tabela de atributos em um arquivo de texto (EscolaPUBLICA_tempoviagetxt_TP.txt) foi necessário criar uma matriz OD com os tempos de viagem. Essa matriz foi construída a partir do *software RStudio*, no qual se utilizou o comando *select* para apenas manter as colunas de interesse (*Name* e *TotalTravelTime*) e o

comando `cast` para pivotar a tabela. Além disso, também usamos o comando `write.table` para gerar um arquivo `csv` (Matriz_PUBLICA_TP.csv) com a matriz OD.

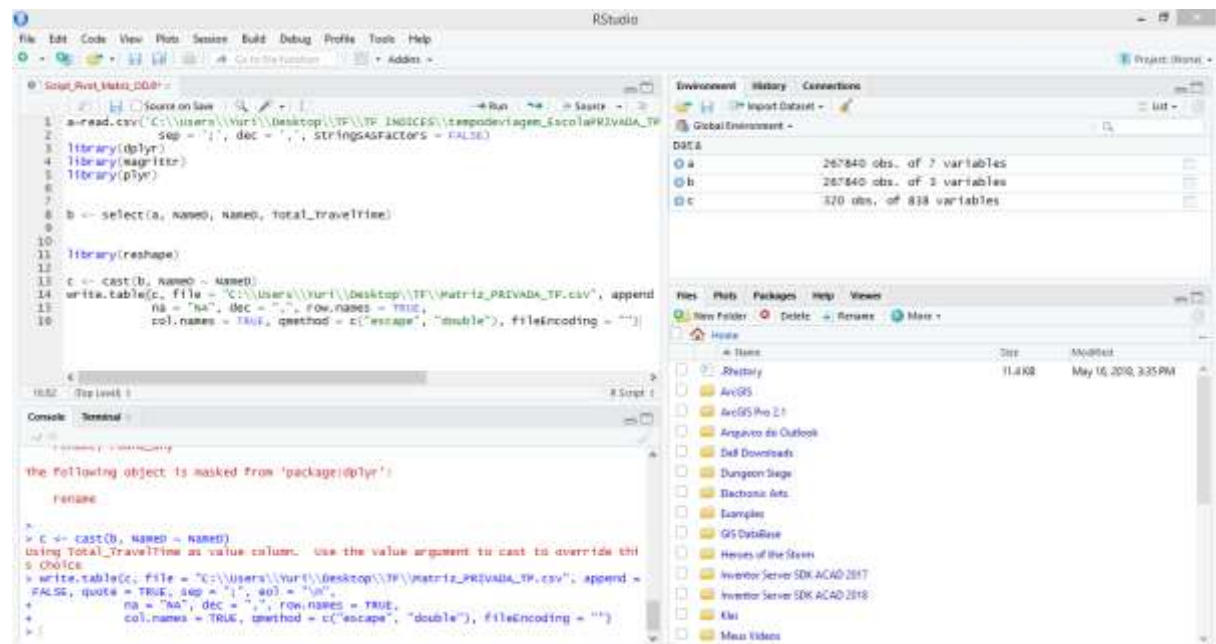


Figura 39: Operação para gerar a Matriz OD no software RStudio.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	NomeO	901	876	900	901	992	997	1001	1007	1022	1029	1031	1052	1076	1079	1096	1110	1173	1186	1223	9
2	1	114,289	91,74328	91,31038	92,37539	97,50899	95,29488	89,38441	95,88241	92,93806	86,72093	87,13156	103,2174	92,37484	93,38382	87,73221	107,1039	80,66787	76,42811	71,57118	76,31
3	2	115,5794	101,3255	96,95063	94,55566	100,0892	97,87513	92,36488	96,46288	95,50835	89,3012	89,71183	105,7977	94,55522	93,54409	96,11248	109,6642	85,24814	79,00839	74,15343	79,09
4	3	109,6562	94,11235	88,87753	87,74256	92,87612	90,66205	85,35158	91,24958	88,29525	82,0681	82,49673	98,58455	87,74211	88,73999	85,09938	102,4711	76,03504	71,79528	66,94035	71,87
5	4	108,5979	91,05412	87,8190	86,66439	91,81789	89,60382	84,29335	90,19135	87,21702	81,02967	81,4405	97,52632	86,68388	87,67276	82,04115	101,4129	74,97081	70,73705	65,88212	70,8
6	5	110,4796	92,49259	87,25576	86,1208	91,25435	89,04029	83,72981	89,62782	86,47949	80,46633	80,67696	96,96279	88,12023	87,10523	82,47762	100,8494	74,41327	70,17352	65,31859	70,25
7	6	118,2032	98,27954	93,04472	91,90975	97,04331	94,82034	89,51877	95,41877	92,46344	86,25529	86,66932	102,7517	91,9091	92,89818	87,26657	106,6383	80,20223	75,26247	71,10754	76,04
8	7	122,2182	105,3194	100,1046	99,1896	104,3032	102,0891	96,77961	102,4796	99,72229	93,51513	93,92576	110,0118	99,16915	100,156	94,52642	115,8982	87,46207	83,22232	78,36739	83,30
9	8	122,6483	104,6623	99,42784	98,29247	103,426	101,212	95,90149	101,7995	98,84516	92,63801	93,04664	109,1345	98,29283	99,2809	93,64929	113,021	86,58495	82,3452	77,49026	82,42
10	9	128,3342	111,6554	106,4205	105,2856	110,4191	108,205	102,8948	108,7926	105,8382	95,6111	100,0417	116,1276	105,2851	106,274	106,6424	120,0141	93,57804	89,33828	84,48335	89,42
11	10	128,0832	114,6262	106,3913	105,2564	113,3899	111,1759	105,8054	111,7834	108,8091	102,6019	103,0125	119,0984	108,2359	109,2448	103,8332	122,9849	96,54885	92,3091	87,45417	92,46
12	11	128,5788	115,1589	109,9221	108,7871	113,5037	111,7066	106,3981	112,2941	109,1896	103,1236	103,3433	119,6291	108,7887	109,7755	104,5439	125,5157	97,07958	92,83982	87,38489	92,82
13	12	126,5144	114,2163	106,9815	107,8465	112,9801	110,796	105,4556	111,3336	108,3592	102,1921	102,8027	118,6885	107,8481	108,835	105,2834	122,5751	96,13902	91,89926	87,04433	91,98
14	13	124,2673	114,4409	109,2061	108,0711	113,2047	110,9906	105,6801	111,5781	108,6238	102,4167	102,8273	118,9131	108,0707	109,8596	103,4279	122,7997	96,3636	92,12385	87,26892	92,
15	14	121,6645	114,0316	108,7968	107,6618	112,7954	110,5813	105,2709	111,1689	108,7145	102,0078	102,418	118,5038	107,6604	108,6503	103,8187	122,8904	95,95432	91,71456	86,83961	91,79
16	15	118,1034	110,4685	105,2137	104,0967	109,2323	107,0182	103,7077	107,8057	104,6514	96,44438	98,85487	114,9407	104,0983	105,0871	99,45553	118,8273	92,39119	88,15143	81,2965	88,23
17	16	111,8381	103,7309	98,85609	97,56112	102,6947	100,4908	93,17054	101,0681	98,11361	91,90666	92,31728	108,4031	97,30088	98,34856	92,31795	112,2897	85,8536	81,61385	76,75892	81,3
18	17	117,9348	109,7398	104,496	103,361	108,4943	106,2805	106,37	106,868	103,9137	97,70653	98,11716	114,203	103,3803	104,3494	96,71781	118,6896	91,65347	87,41372	82,53878	87,49
19	18	108,6157	103,2892	98,03441	96,89944	102,033	99,81893	94,50848	106,4065	97,45213	91,24498	91,65561	107,7414	96,89899	97,88787	92,25626	111,628	85,19152	80,95216	76,09723	80,59
20	19	103,6812	100,8287	95,59383	94,45886	99,59243	97,37835	92,06788	97,96588	95,0155	88,8044	89,21303	105,3009	94,45841	95,44729	89,81568	109,1874	82,75134	78,51158	73,63665	78,59
21	20	107,2592	99,52753	94,2927	93,15773	98,29129	96,07722	90,76675	96,66475	93,71042	87,50327	87,9139	103,9997	91,15729	94,14816	88,51455	107,8863	81,45021	77,21046	72,35553	77,2
22	21	105,9818	94,30679	89,07136	87,51699	93,07053	90,82648	85,54601	91,44401	88,48966	82,18255	82,89316	98,77099	87,93953	88,82542	83,29381	102,6656	70,22947	71,98972	67,13478	72,67
23	22	108,1056	94,91115	89,87632	88,54135	93,67491	91,46085	86,13017	92,04817	89,09404	82,88689	83,29752	99,58033	88,54091	89,52979	89,89818	103,2899	76,83383	72,59408	67,73915	72,67
24	23	108,2189	92,66612	87,4117	86,29673	91,43028	89,21622	83,90574	89,80375	86,84842	80,64226	81,05289	97,13872	86,29628	87,28516	81,63555	101,6255	74,58921	70,58945	65,49452	70,4
25	24	108,4141	92,87044	87,63551	86,50054	91,6341	89,42003	84,10956	90,00756	87,85329	80,84608	81,25671	97,34254	86,5001	87,48897	81,85736	101,2291	74,79002	70,55327	65,69834	70,63

Figura 40: Matriz gerada pelo software RStudio.

Com a matriz OD definida, transformou-se o tempo de viagem num valor booleano, em que, se o tempo de viagem fosse menor que 60 minutos, teria o valor 1 e que, caso fosse maior, seria 0.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	NomeID	903	976	990	991	992	997	1001	1007	1022	1029	1031	1052	1070	1079	1096	1110	1173	1186	1221	1
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 41: Matriz gerada após a operação do booleano.

8.2 ANÁLISE TEMPORAL DOS INDICADORES DE QUALIDADE

8.2.1 ESCOLAS PRIVADAS

8.2.1.1 Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio

Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2008	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2009	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2010	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2011	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2012	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2013	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2014	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2015	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%
2016	417	59.7%	281	40.3%	698	100.0%

Figura 42: Taxa de Aprovação na 3ª série do ensino médio.

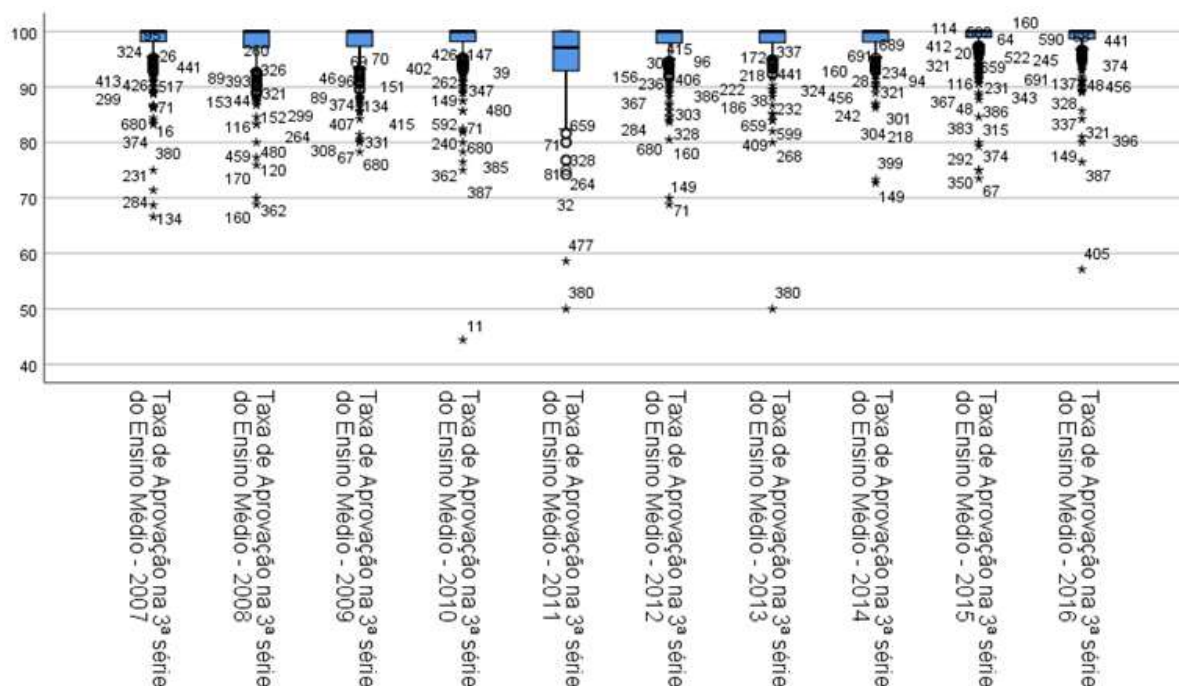


Figura 43: Boxplot da Taxa de Aprovação na 3ª série do ensino médio.

8.2.1.2 Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio

Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2008	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2009	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2010	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2011	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2012	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2013	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2014	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2015	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%
2016	470	67.3%	228	32.7%	698	100.0%

Figura 44: Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.

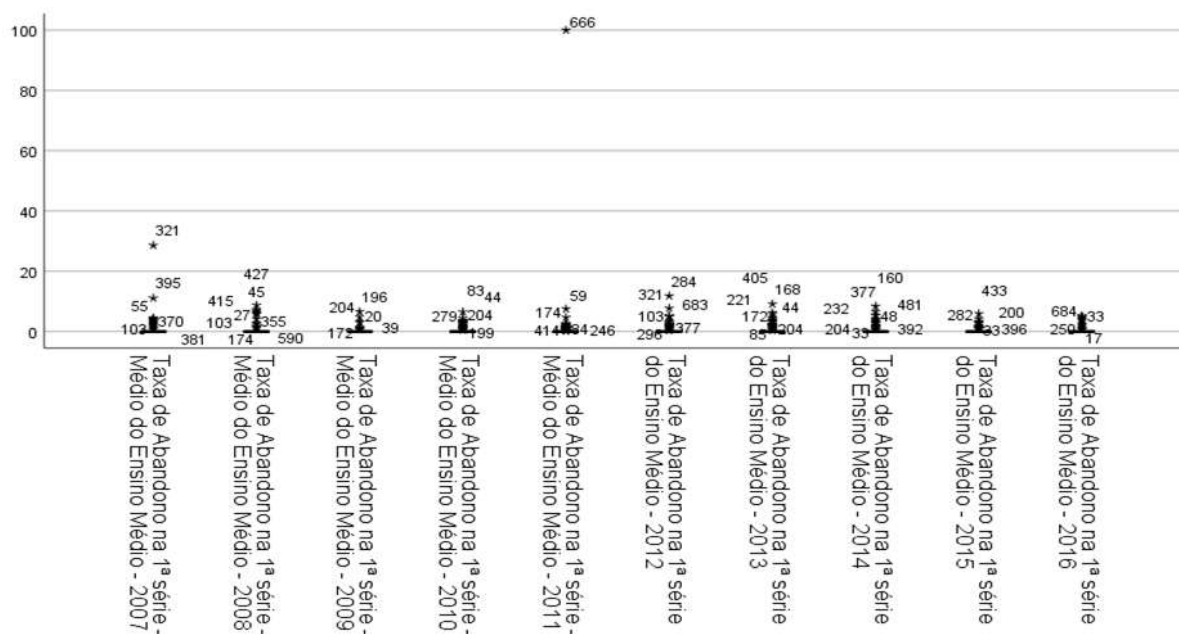


Figura 45: Boxplot da Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio.

8.2.1.3 Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2008	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2009	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2010	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2011	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2012	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2013	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2014	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2015	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%
2016	113	16.2%	585	83.8%	698	100.0%

Figura 46: Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

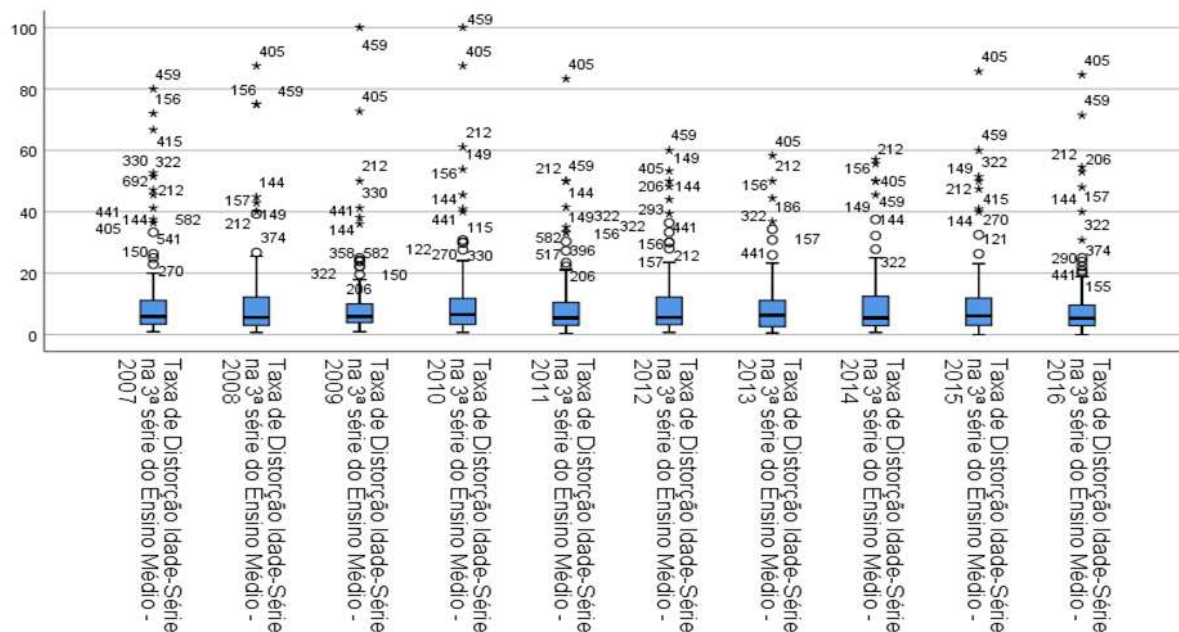


Figura 47: Boxplot da Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

8.2.1.4 Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2008	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2009	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2010	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2011	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2012	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2013	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2014	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2015	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%
2016	488	69.9%	210	30.1%	698	100.0%

Figura 48: Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

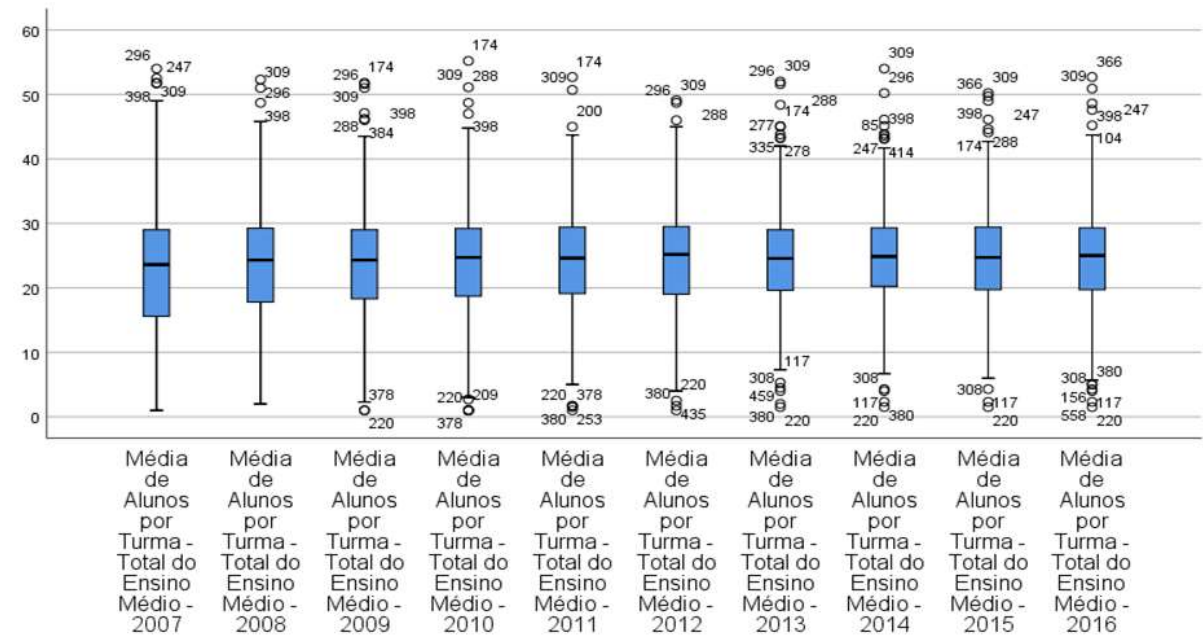


Figura 49: Boxplot da Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

8.2.1.5 Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2010	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2011	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2012	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2013	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2014	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2015	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%
2016	563	80.7%	135	19.3%	698	100.0%

Figura 50: Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

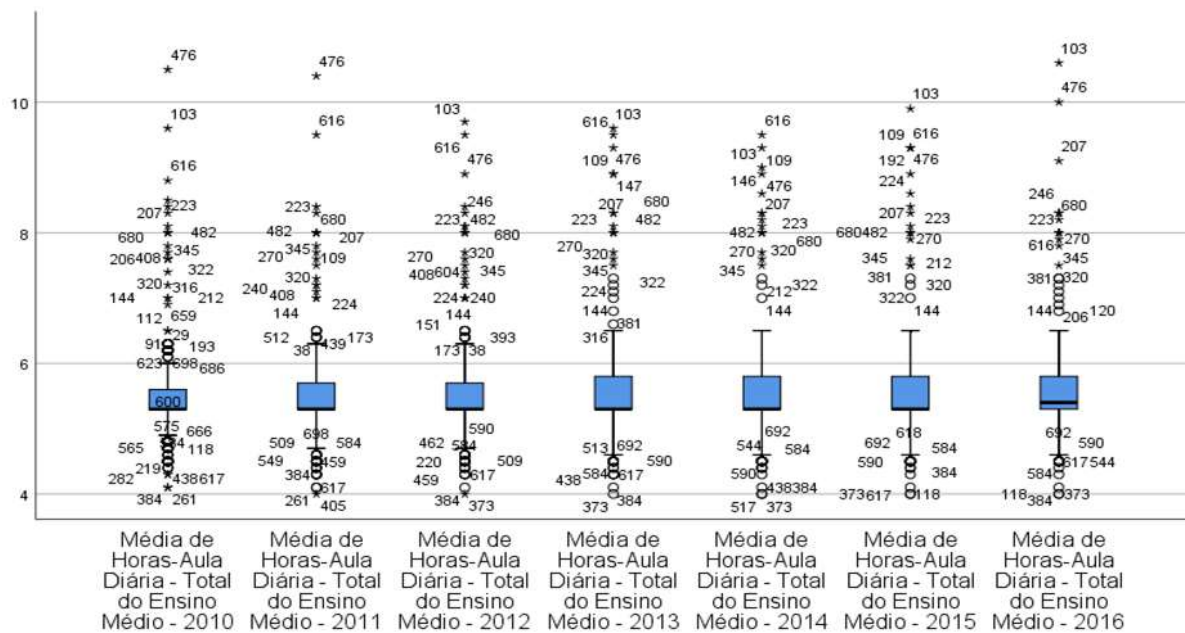


Figura 51: Boxplot da Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

8.2.1.6 Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2011	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%
2012	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%
2013	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%
2014	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%
2015	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%
2016	600	86.0%	98	14.0%	698	100.0%

Figura 52: Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio.

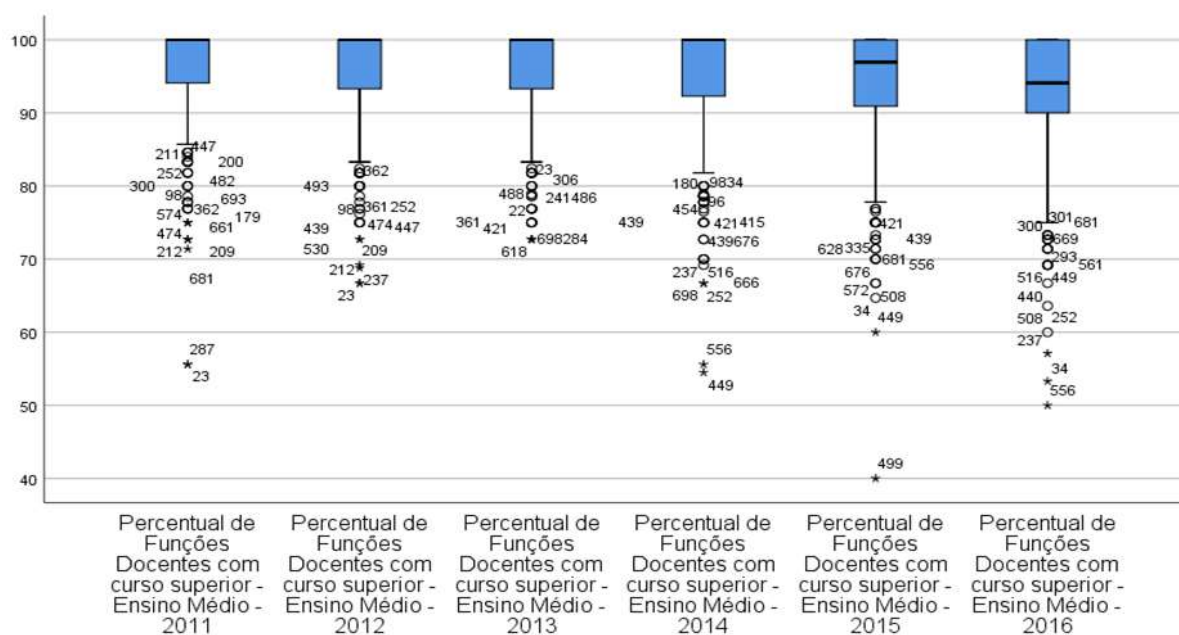


Figura 53: Boxplot do Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

8.2.1.7 Média do Indicador de Regularidade do Docente

Média do Indicador de Regularidade do Docente (IRD)						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2013	662	94.8%	36	5.2%	698	100.0%
2014	662	94.8%	36	5.2%	698	100.0%
2015	662	94.8%	36	5.2%	698	100.0%
2016	662	94.8%	36	5.2%	698	100.0%

Figura 54: Média do Indicador de Regularidade do Docente.

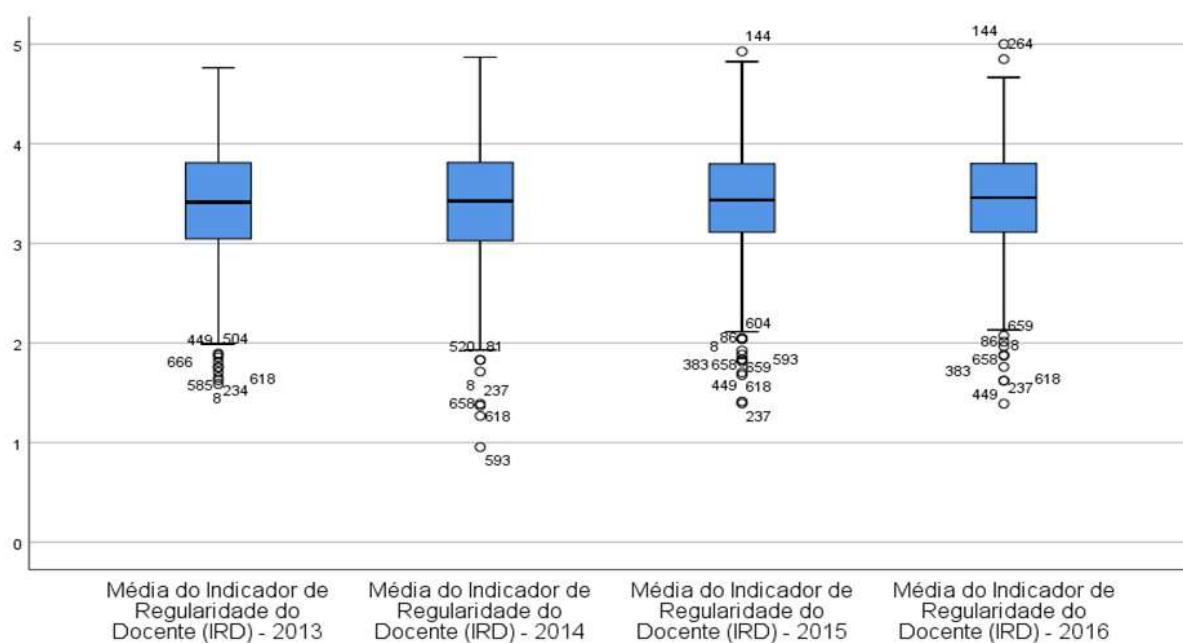


Figura 55: Boxplot da Média do Indicador de Regularidade do Docente.

8.2.1.8 Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2013	637	91.3%	61	8.7%	698	100.0%
2014	637	91.3%	61	8.7%	698	100.0%
2015	637	91.3%	61	8.7%	698	100.0%
2016	637	91.3%	61	8.7%	698	100.0%

Figura 56: Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

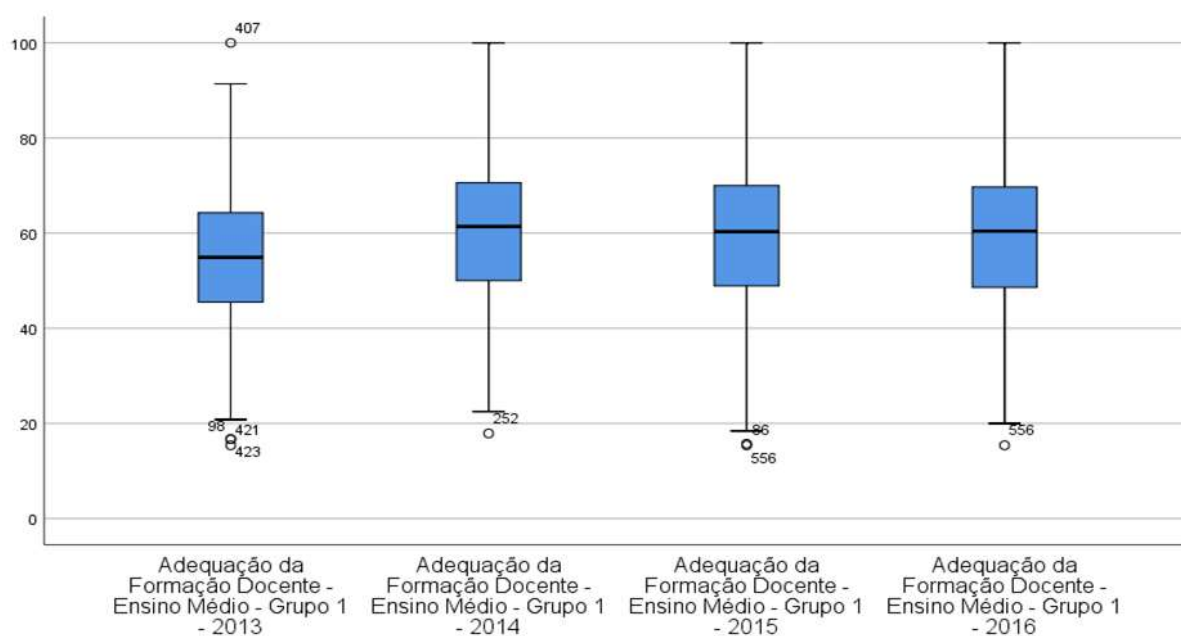


Figura 57: Boxplot da Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

8.2.1.9 Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4

Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4						
	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2013	640	91.7%	58	8.3%	698	100.0%
2014	640	91.7%	58	8.3%	698	100.0%
2015	640	91.7%	58	8.3%	698	100.0%
2016	640	91.7%	58	8.3%	698	100.0%

Figura 58: Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4

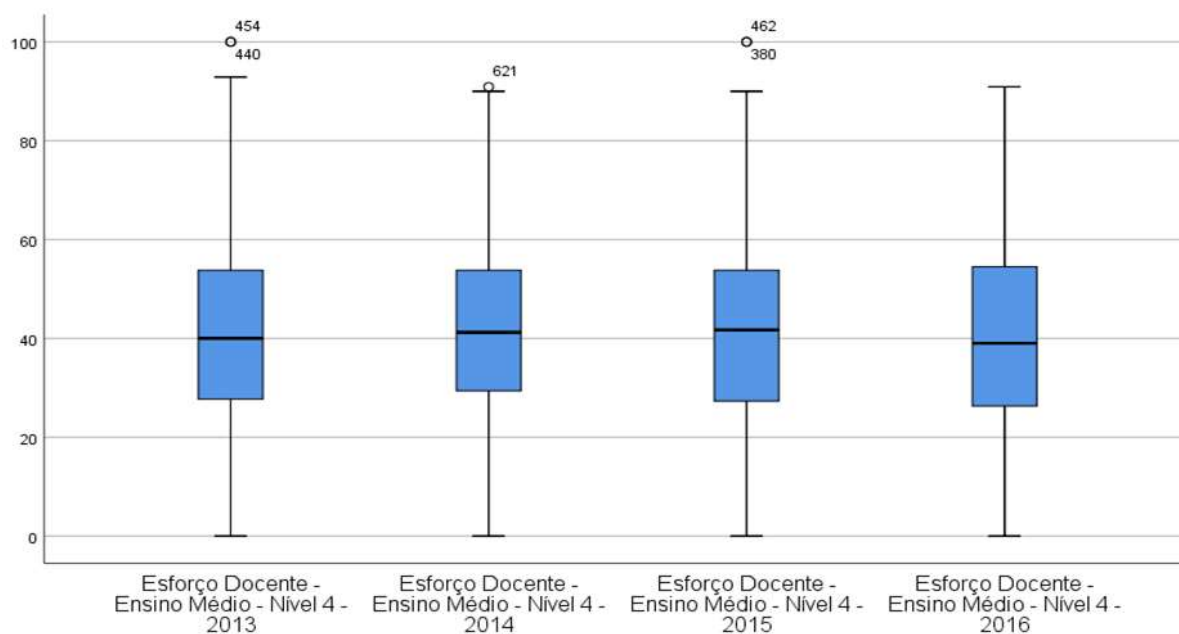


Figura 59: Boxplot do Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4

8.2.2 ESCOLAS PÚBLICAS

8.2.2.1 Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio

	Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2008	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2009	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2010	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2011	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2012	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2013	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2014	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2015	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%
2016	578	83.8%	112	16.2%	690	100.0%

Figura 60: Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio

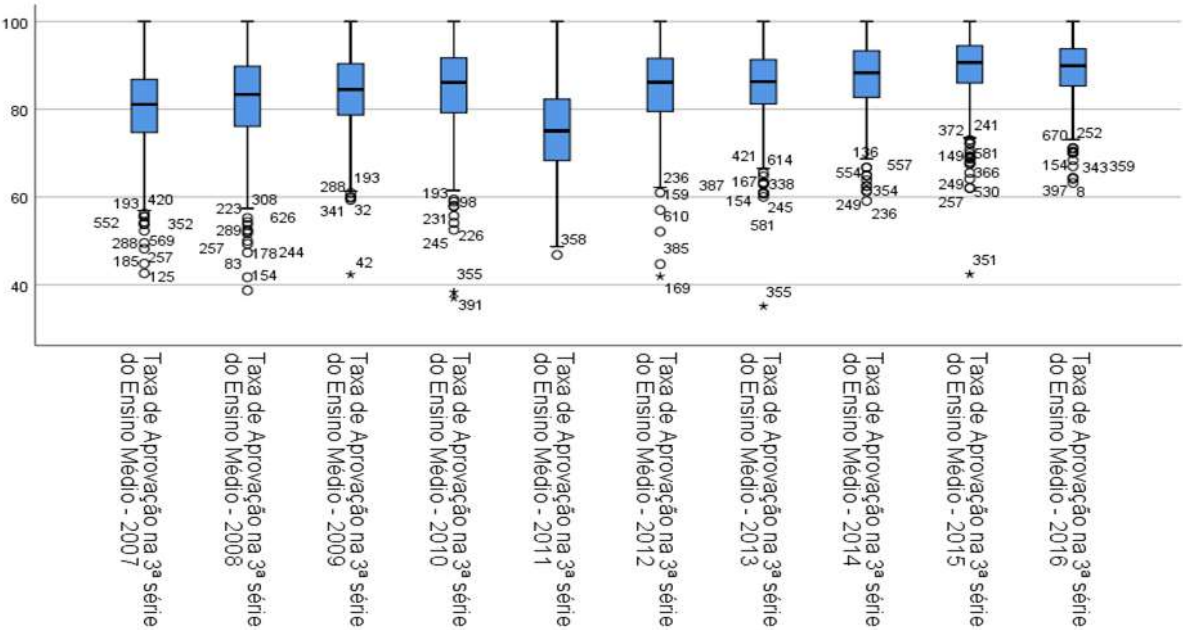


Figura 61: Boxplot da Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio

8.2.2.2 Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio

Taxa de Abandono na 1ª série no Ensino Médio

	Válido		Casos Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2008	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2009	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2010	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2011	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2012	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2013	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2014	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2015	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%
2016	592	85.8%	98	14.2%	690	100.0%

Figura 62: Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio

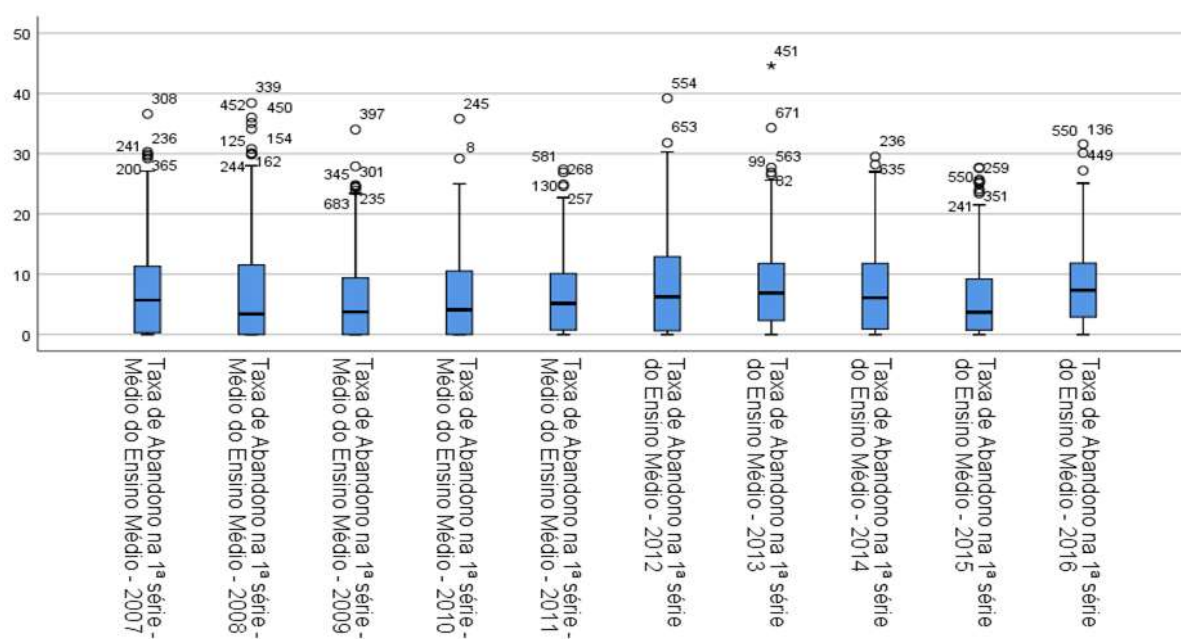


Figura 63: Boxplot da Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio

8.2.2.3 Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2008	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2009	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2010	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2011	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2012	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2013	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2014	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2015	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%
2016	574	83.2%	116	16.8%	690	100.0%

Figura 64: Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

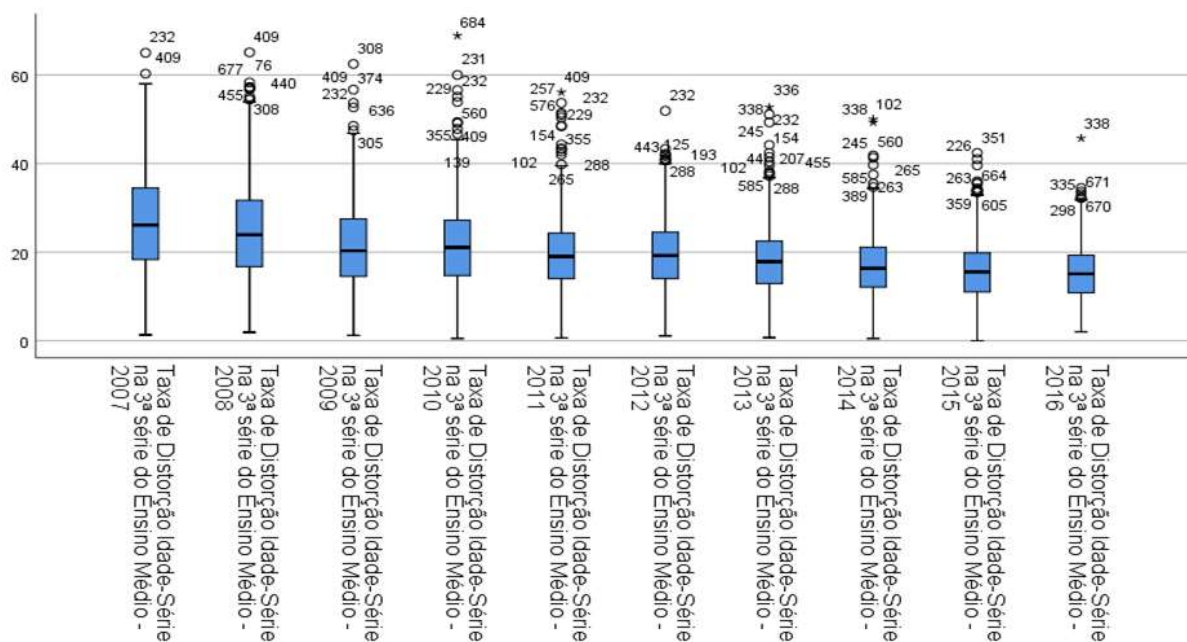


Figura 65: Boxplot da Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio

8.2.2.4 Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

	Válido		Casos Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2007	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2008	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2009	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2010	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2011	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2012	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2013	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2014	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2015	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%
2016	599	86.8%	91	13.2%	690	100.0%

Figura 66: Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

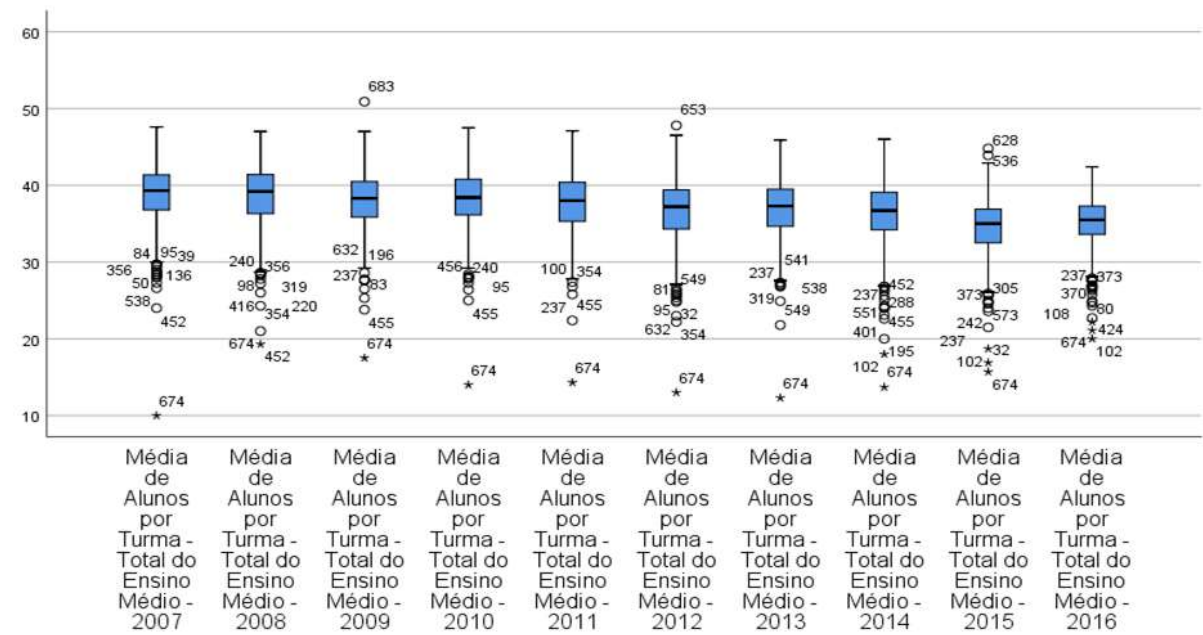


Figura 67: Boxplot da Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio

8.2.2.5 Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

	Válido		Casos Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2010	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2011	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2012	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2013	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2014	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2015	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%
2016	637	92.3%	53	7.7%	690	100.0%

Figura 68: Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

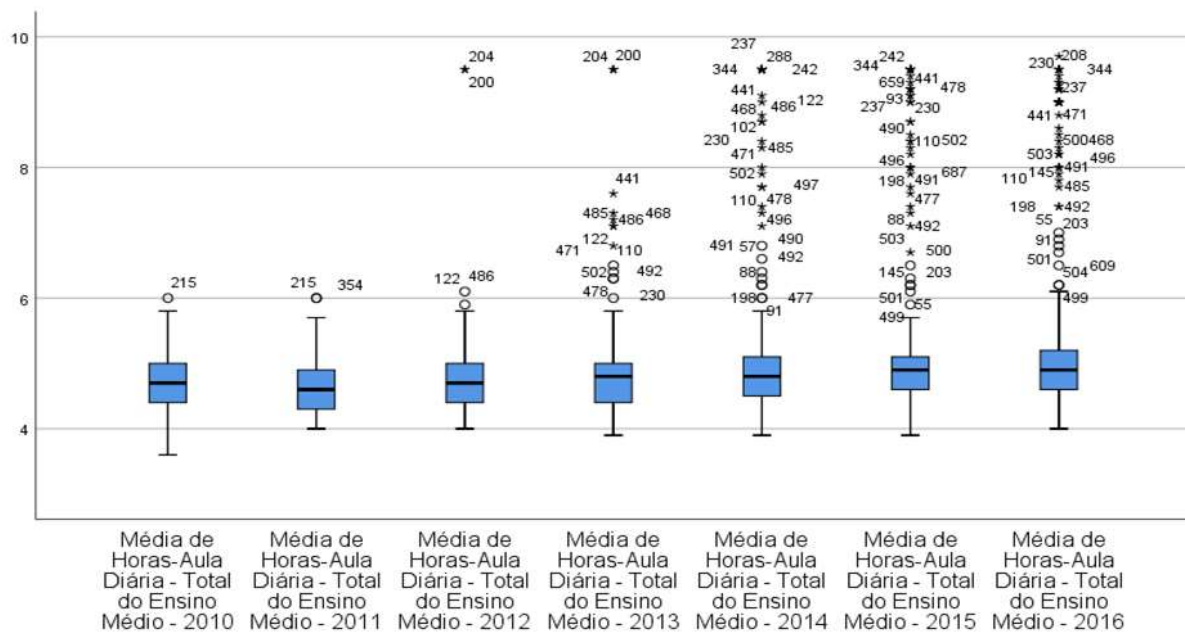


Figura 69: Boxplot da Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio

8.2.2.6 Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

	Casos					
	Válido		Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2011	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%
2012	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%
2013	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%
2014	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%
2015	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%
2016	646	93.6%	44	6.4%	690	100.0%

Figura 70: Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

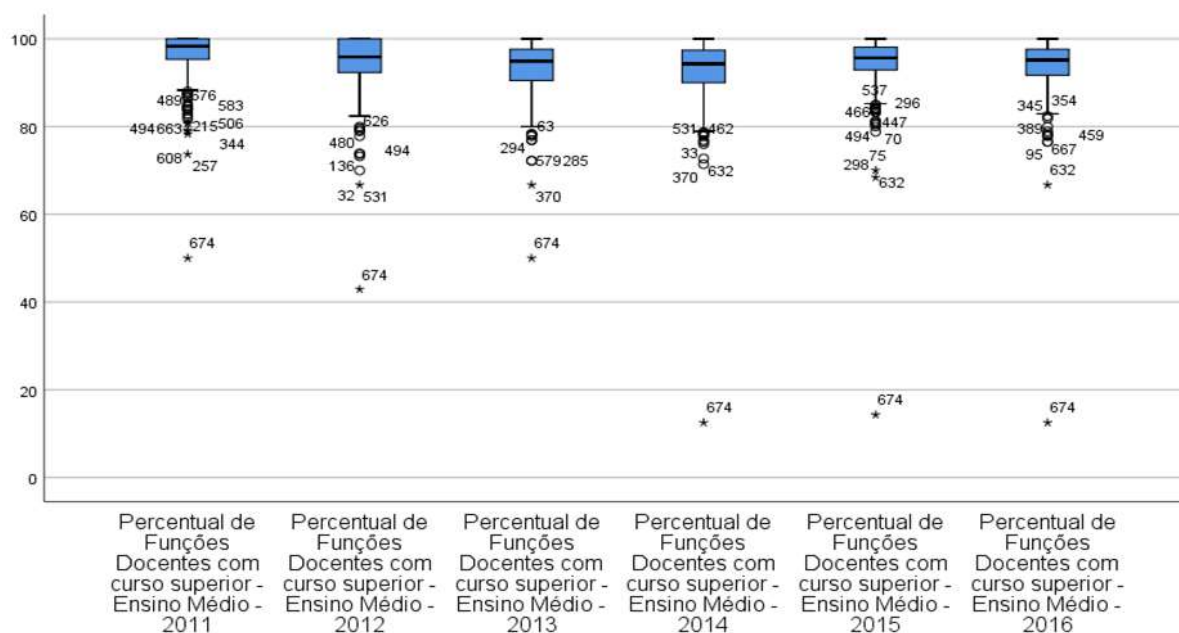


Figura 71: Boxplot Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio

8.2.2.7 Média do Indicador de Regularidade do Docente

Média do Indicador de Regularidade do Docente (IRD)

	Válido		Casos Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2013	655	94.9%	35	5.1%	690	100.0%
2014	655	94.9%	35	5.1%	690	100.0%
2015	655	94.9%	35	5.1%	690	100.0%
2016	655	94.9%	35	5.1%	690	100.0%

Figura 72: Média do Indicador de Regularidade do Docente

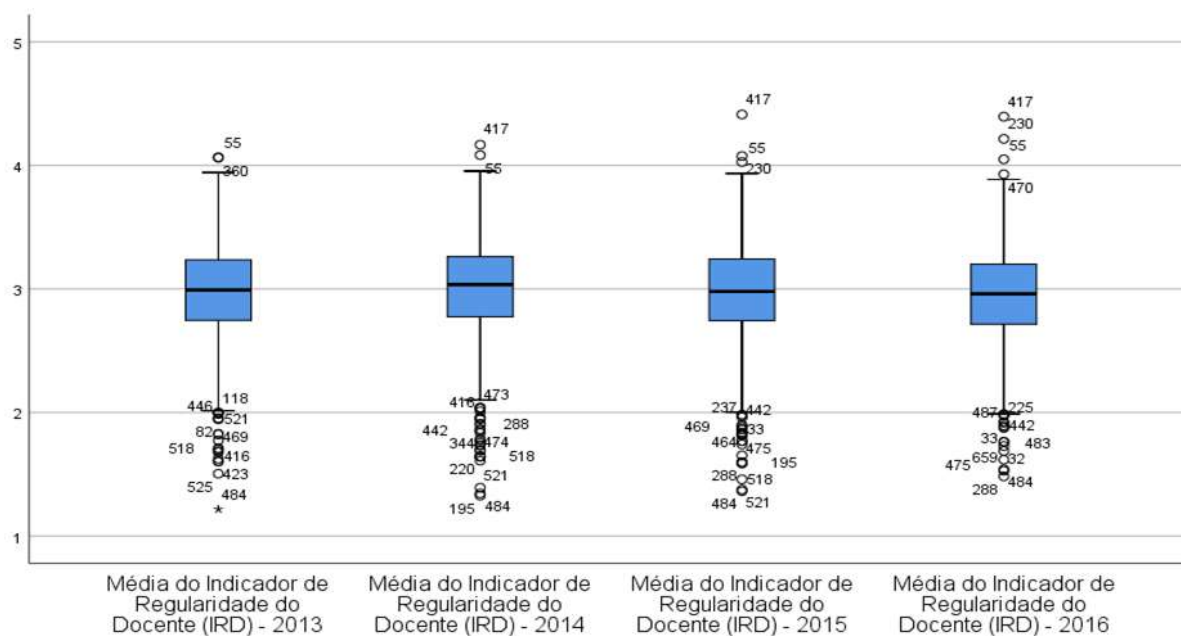


Figura 73: Boxplot da Média do Indicador de Regularidade do Docente

8.2.2.8 Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

Esforço Docente - Ensino Médio - Nível 4

	Válido		Casos Omisso		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
2013	679	98.4%	11	1.6%	690	100.0%
2014	679	98.4%	11	1.6%	690	100.0%
2015	679	98.4%	11	1.6%	690	100.0%
2016	679	98.4%	11	1.6%	690	100.0%

Figura 74: Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

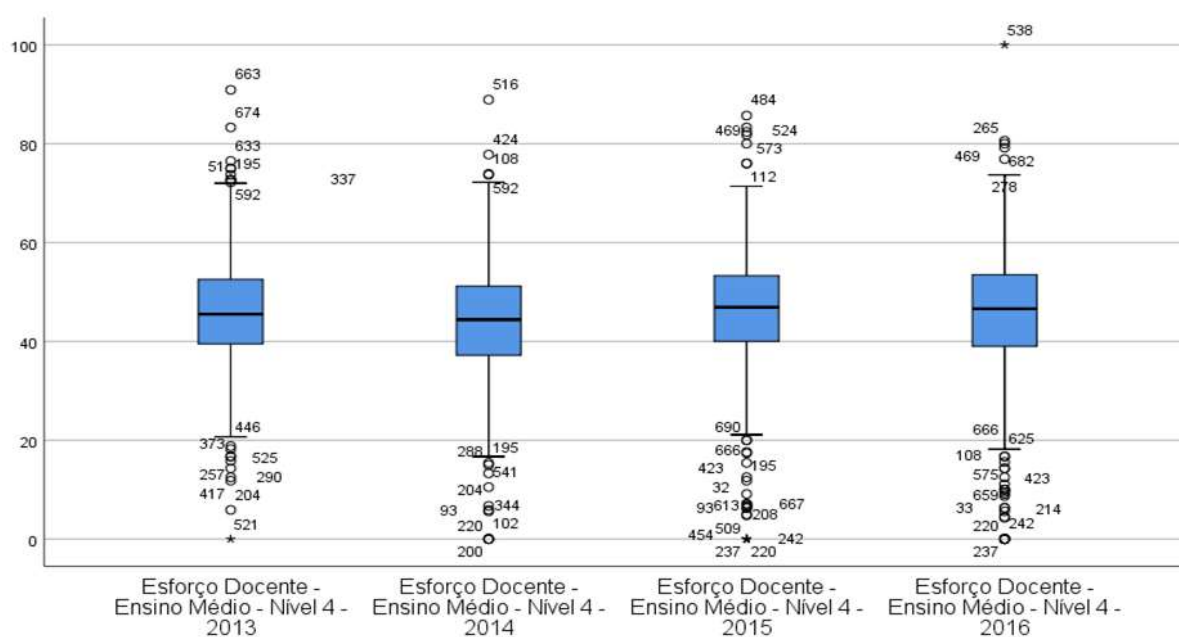


Figura 75: Boxplot da Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1

8.3 MATRIZ DE CORRELAÇÃO

8.3.1 DEZ VARIÁVEIS

Matriz de correlações										
	Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Média de Horas-Aula Diária - 3ª série do Ensino Médio - 2016	Média de Alunos por Turma - 3ª série do Ensino Médio - 2016	Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio - 2016	Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1 - 2016	Média do Indicador de Regularidade do Docente (IRD) - 2016	Efuerzo Docente - Ensino Médio - Nível 4 - 2016	
Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1.000	-0.434	-0.512	0.349	-0.057	-0.055	-0.016	-0.036	-0.051	
Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	-0.434	1.000	0.377	-0.364	0.073	0.004	-0.039	-0.047	0.077	
Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	-0.512	0.377	1.000	-0.400	-0.112	-0.216	-0.102	-0.068	0.036	
Média de Horas-Aula Diária - 3ª série do Ensino Médio - 2016	0.349	-0.364	-0.400	1.000	-0.214	0.134	0.020	-0.132	-0.367	
Média de Alunos por Turma - 3ª série do Ensino Médio - 2016	-0.057	0.073	-0.112	-0.214	1.000	0.294	0.143	0.230	0.166	
Percentual de Funções Docentes com curso superior - Ensino Médio - 2016	-0.055	0.004	-0.216	0.134	0.294	1.000	0.339	0.173	0.014	
Adequação da Formação Docente - Ensino Médio - Grupo 1 - 2016	-0.016	-0.039	-0.102	0.020	0.143	0.339	1.000	0.016	-0.021	
Média do Indicador de Regularidade do Docente (IRD) - 2016	-0.036	-0.047	-0.068	-0.132	0.230	0.173	0.016	1.000	0.170	
Efuerzo Docente - Ensino Médio - Nível 4 - 2016	-0.051	0.077	0.036	-0.367	0.166	0.014	-0.021	0.170	1.000	

Figura 76: Matriz de correlação das 10 variáveis

Variância total explicada							
Componente	Autovalores iniciais				Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa		Total	% de variância	% cumulativa
1	2.311	25.674	25.674		2.311	25.674	25.674
2	1.743	19.370	45.044		1.743	19.370	45.044
3	1.236	13.735	58.779		1.236	13.735	58.779
4	0.887	9.632	68.411				
5	0.767	8.517	76.928				
6	0.673	7.477	84.405				
7	0.573	6.369	90.774				
8	0.429	4.769	95.543				
9	0.401	4.457	100.000				

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Figura 77: Variância total dos componentes.

8.3.2 CINCO VARIÁVEIS

8.3.2.1 Ensino Médio

Matriz de correlações - Públicas e Privadas

		Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Distorção Idade- Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Média de Horas- Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016
Correlação	Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1.000	-0.636	-0.577	0.356	-0.402
	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	-0.636	1.000	0.490	-0.382	0.452
	Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	-0.577	0.490	1.000	-0.319	0.209
	Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	0.356	-0.382	-0.319	1.000	-0.147
	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016	-0.402	0.452	0.209	-0.147	1.000

Figura 78: Matriz de correlação com 5 variáveis.

8.3.2.2 Escolas Públicas

Matriz de correlações - Públicas

		Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Distorção Idade- Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Média de Horas- Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016
Correlação	Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1.000	-0.436	-0.513	0.355	0.008
	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	-0.436	1.000	0.380	-0.376	0.016
	Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	-0.513	0.380	1.000	-0.412	-0.185
	Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	0.355	-0.376	-0.412	1.000	-0.057
	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016	0.008	0.016	-0.185	-0.057	1.000

Figura 79: Matriz de correlação das escolas públicas.

8.3.2.3 Escolas Privadas

Matriz de correlações - Públicas e Privadas

		Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	Taxa de Distorção Idade- Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	Média de Horas- Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016
Correlação	Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1.000	-0.636	-0.577	0.356	-0.402
	Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	-0.636	1.000	0.490	-0.382	0.452
	Taxa de Distorção Idade- Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	-0.577	0.490	1.000	-0.319	0.209
	Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	0.356	-0.382	-0.319	1.000	-0.147
	Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016	-0.402	0.452	0.209	-0.147	1.000

Figura 80: Matriz de correlação das escolas privadas.

8.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Estatística Descritiva						
	N	Mínimo	Máximo	Média	Erro Desvio	Variância
Taxa de Aprovação na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1317	25.0	100.0	94.019	7.5017	56.275
Taxa de Abandono na 1ª série do Ensino Médio - 2016	1345	0.0	31.6	3.838	5.7786	33.392
Taxa de Distorção Idade-Série na 3ª série do Ensino Médio - 2016	1319	0.0	100.0	10.354	9.5176	90.584
Média de Horas-Aula Diária - Total do Ensino Médio - 2016	1388	4.0	10.6	5.353	0.9794	0.959
Média de Alunos por Turma - Total do Ensino Médio - 2016	1388	1.0	52.7	28.631	9.1060	82.919
ENEM2016	1388	379.81	755.22	519.0044	52.16666	2721.361

Figura 81: Estatística descritiva das variáveis utilizadas no trabalho.