

6

Metodologia

Neste capítulo será apresentada a metodologia aplicada no presente estudo. Tomou-se como base a metodologia de planejamento da rede escolar apresentada em Pizzolato et alii (2004), que consiste em, primeiramente, avaliar a atual distribuição das Escolas Municipais na área de estudo e, posteriormente, localizar novas instalações escolares de tal modo a otimizar a distância média percorrida pela população em idade escolar.

6.1

Considerações Iniciais

Devido à indisponibilidade do endereço dos alunos, foram utilizadas as informações sobre a população em idade escolar do Censo do IBGE (ano 2000) como equivalente à real demanda por ensino público, que nesse estudo representa a faixa etária de 4 a 14 anos, correspondente aos alunos matriculados no sistema de educação infantil (4-6 anos) e educação fundamental (7-14 anos).

Dessa forma, considerou-se que a população em idade escolar habitante de um determinado setor censitário definido pelo IBGE está localizada no seu respectivo centróide ou centro demográfico.

Quando o setor censitário apresenta uma área pequena, o erro de considerar tal hipótese é pequeno, pois a distância percorrida pelo aluno de sua residência ao centróide do setor censitário é curta. O mesmo não pode ser considerado em setores censitários com áreas maiores.

Em todos os casos houve um deslocamento da população escolar do centróide a rua mais próxima através da função *Spacial Join* no ArcGis. Com isso, cada população escolar recebeu um endereço, como mostra a tabela contida no Anexo II.

Este procedimento permite a realização do processo de roteamento da população escolar à Escola Municipal mais próxima de sua residência como será mostrado posteriormente.

A figura abaixo mostra a localização da população escolar no centro de massa ou centróide dos setores censitários. Tal população representa o somatório dos habitantes em idade escolar (4-14 anos) com base nas perspectivas de crescimento da região para o ano 2015 e 2020. De acordo com as previsões de crescimento da região realizada pelo IBGE, espera-se que, em 2015, a RA possua 47.764 habitantes em idade escolar e em 2020, o total aumente para 55.246 habitantes na faixa etária escolar.

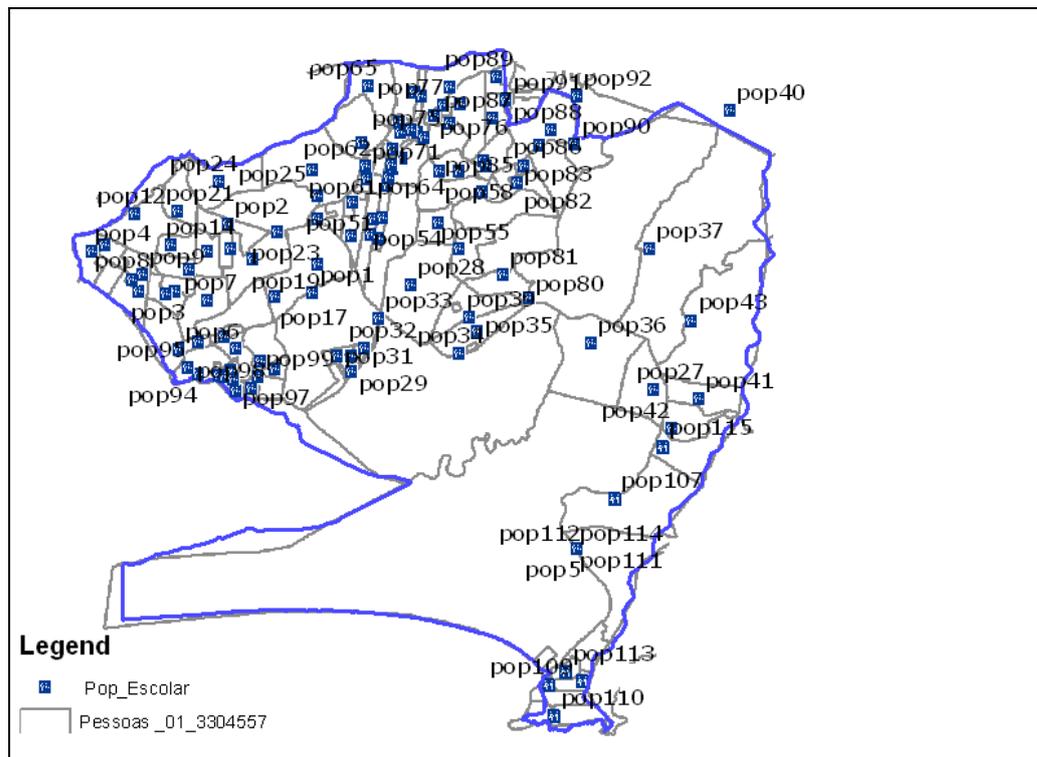


Figura 24: Localização da População Escolar

Os centróides foram deslocados para as ruas mais próximas a eles, de tal forma que cada centro demográfico esteja localizado num logradouro e seja possível o roteamento até as Escolas Municipais mais próximas. Esse deslocamento foi feito através da ferramenta *Spacial-Join* entre a camada centróides e eixo logradouro (ruas).

Dessa forma está sendo incorporada ao estudo a demanda real pelo serviço de educação da região em análise. Sabe-se que na realidade, em algumas regiões, a população escolar não é 100% atendida pelo ensino público. Em alguns casos o aluno pode não estar frequentando a escola, ter optado por escolas particulares ou

frequentar escolas distantes do local de residência, possivelmente, próxima ao local de trabalho dos pais.

Em se tratando de uma região de baixo poder aquisitivo e que apresenta poucas escolas particulares, as quais oferecem qualidade de ensino igual e em alguns casos inferior à das Escolas Municipais, é razoável considerar que a população em idade escolar deva ser completamente atendida pelo ensino público.

Uma consideração importante para o estudo é que as Escolas Municipais localizadas na região apresentam as mesmas condições de ensino, merenda escolar, tradição, competência dos professores, etc. Desta forma o critério de proximidade faz com que os alunos decidam se matricular na escola mais próxima de sua residência, podendo fazer o deslocamento até a escola a pé ou até mesmo em transporte coletivo.

As distâncias foram obtidas através do caminho mais curto pela malha viária traçado pela ferramenta ArcGis Network Analyst entre o centróide, onde se concentra a população escolar e a Escola Municipal mais próxima. Portanto, supõe-se que o aluno trace a rota estabelecida pelo software.

6.2

Atual Distribuição das Escolas Municipais e População Escolar

Atualmente, existem na RA Guaratiba vinte e duas Escolas Municipais atendendo a educação infantil e a educação fundamental, sendo quatro escolas no bairro de Pedra de Guaratiba, quatorze em Guaratiba e quatro em Pedra de Guaratiba. Segue na tabela abaixo, o endereço das Escolas Municipais e a geocodificação dos mesmos na figura.

Tabela 9: Escolas Municipais na RA Guaratiba

ESC	ESCOLA_MUNICIPAL	ENDERECO	CAPACIDADE
Esc1	Nestor Victor	ETR DA PEDRA...	1005
Esc2	Deborah Mendes de Moraes	RUA BELCHIOR...	1506
Esc3	Ciep Hildebrando de Araujo Goes	ETR DA PEDRA...	1638
Esc4	Euclides da Cunha e Giuseppe Melchior	Estr. Do Maga...	2408
Esc5	Profa Leocadia Torres	Estr. Do Maga...	963
Esc6	Engo Gastao Rangel	Estr. Do Maga...	1382
Esc7	Padre Jose Mauricio	Rua da Orques...	951
Esc8	Jonatas Serrano	Estr. Do Mato...	1741
Esc9	Monteiro Lobato	Rua Ibema...	1353
Esc10	Professor Castilho	Estr. Da Matr...	1368
Esc11	Leoncio Correia	Av. Gaspar Le...	237
Esc12	Narcisa Amalia	Estr. Theodur...	858
Esc13	Emma D'Avila de Camillis	Rua Varzea De...	1007
Esc14	Professora Elisa Joaquina Daltro Peix	Rua Soldado C...	550
Esc15	Professora Myrthes Wenzel	Rua Soldado A...	1004
Esc16	Professora Maria Helena Sampaio Marqu	Estr Do Magar...	720
Esc17	Bertha Lutz	Rua Gabriel M...	1501
Esc18	Ciep Posseiro MArio Vaz	Rua Silvônia...	3087
Esc19	Euclides Roxo	Estr. Da Barra de Guaratiba...	291
Esc20	Floripes Angladas Lucas	Estr. Da Barra de Guaratiba...	171
Esc21	Professor Vieira Fazenda	Estr. Da Barra de Guaratiba...	533
Esc22	Ana Neri	Estr. Da Barra de Guaratiba...	155

As Escolas Municipais na RA Guaratiba possuem capacidade variada. Existem algumas escolas de pequeno porte com capacidade de até 500 alunos, porém a maioria se encontra na faixa intermediária entre 550 – 1500 alunos.

A Figura 25 mostra os endereços contidos na Tabela 9 geocodificados no mapa digitalizado no software ArcGis. Pode-se analisar também restrições geográficas impostas pelo relevo em Guaratiba.

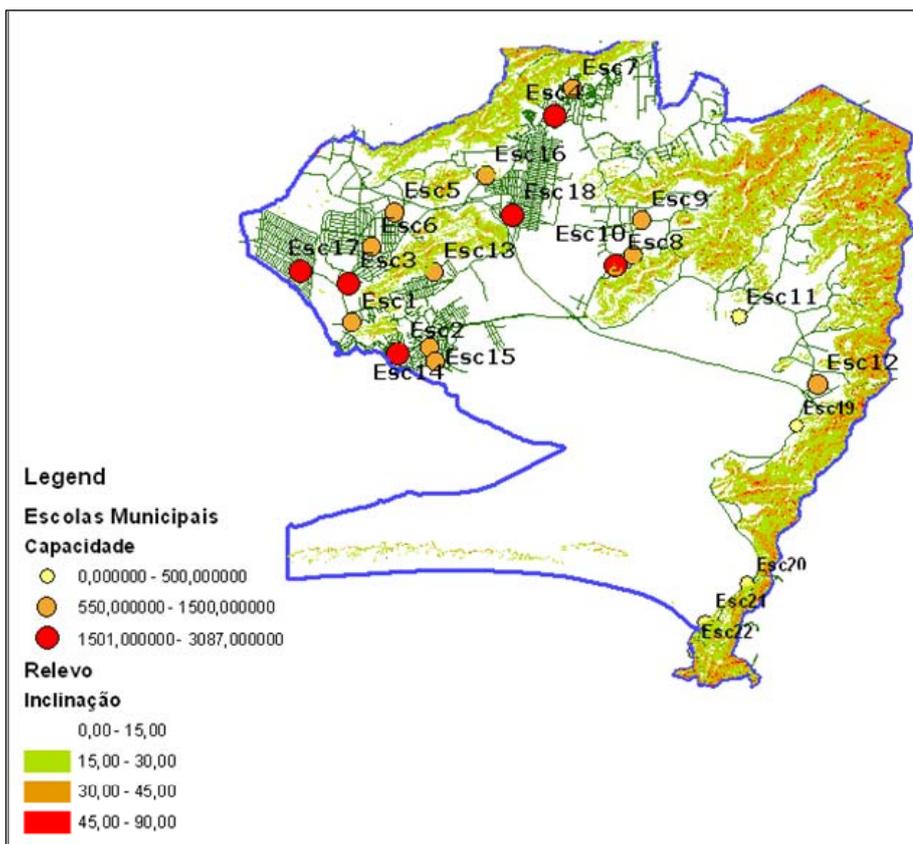


Figura 25: Geocodificação dos Endereços das Escolas Municipais

O relevo é bastante acentuado na região, formando espécie de “ilhas” de concentração da população, de tal forma que a movimentação interna seja dificultada e sirva como uma restrição a grandes deslocamentos dos alunos. Outra seria a distribuição da malha viária, onde, em muitos casos, somente uma via faz a conexão entre uma “ilha” e outra. Dessa forma, considera-se que a população escolar tem preferência pelo deslocamento mais curto e de melhor acessibilidade, buscando as Escolas Municipais localizadas nas Regiões de Avaliação.

Posteriormente, tais considerações serão relevantes no processo de avaliação e localização de novas Escolas Municipais na RA Guaratiba, onde as “ilhas” serão denominadas como Regiões de Avaliação e o planejamento da distribuição física será realizado em cada região.

6.3

Avaliação da atual localização das Escolas Municipais

Para fazer a avaliação da atual localização das Escolas Municipais na Região Administrativa Guaratiba, foi utilizado o ArcGis *Network Analyst*.

A avaliação será feita com base em dois parâmetros. Primeiramente será realizada com base na abrangência das Escolas Municipais, a seguir será avaliada a capacidade de atendimento da população escolar mais próxima de cada escola.

A RA Guaratiba será dividida em seis Regiões de Avaliação, onde se encontra a localização das Escolas Municipais, Capacidade total de atendimento, Projeção da População Escolar no ano 2015 e 2020, como mostra a Figura 26.

Pode-se ver que em todas as Regiões a capacidade total de atendimento encontra-se abaixo das projeções de crescimento da população escolar. O caso mais urgente encontra-se na Região de Avaliação 5 que possui uma expectativa de forte crescimento demográfico.

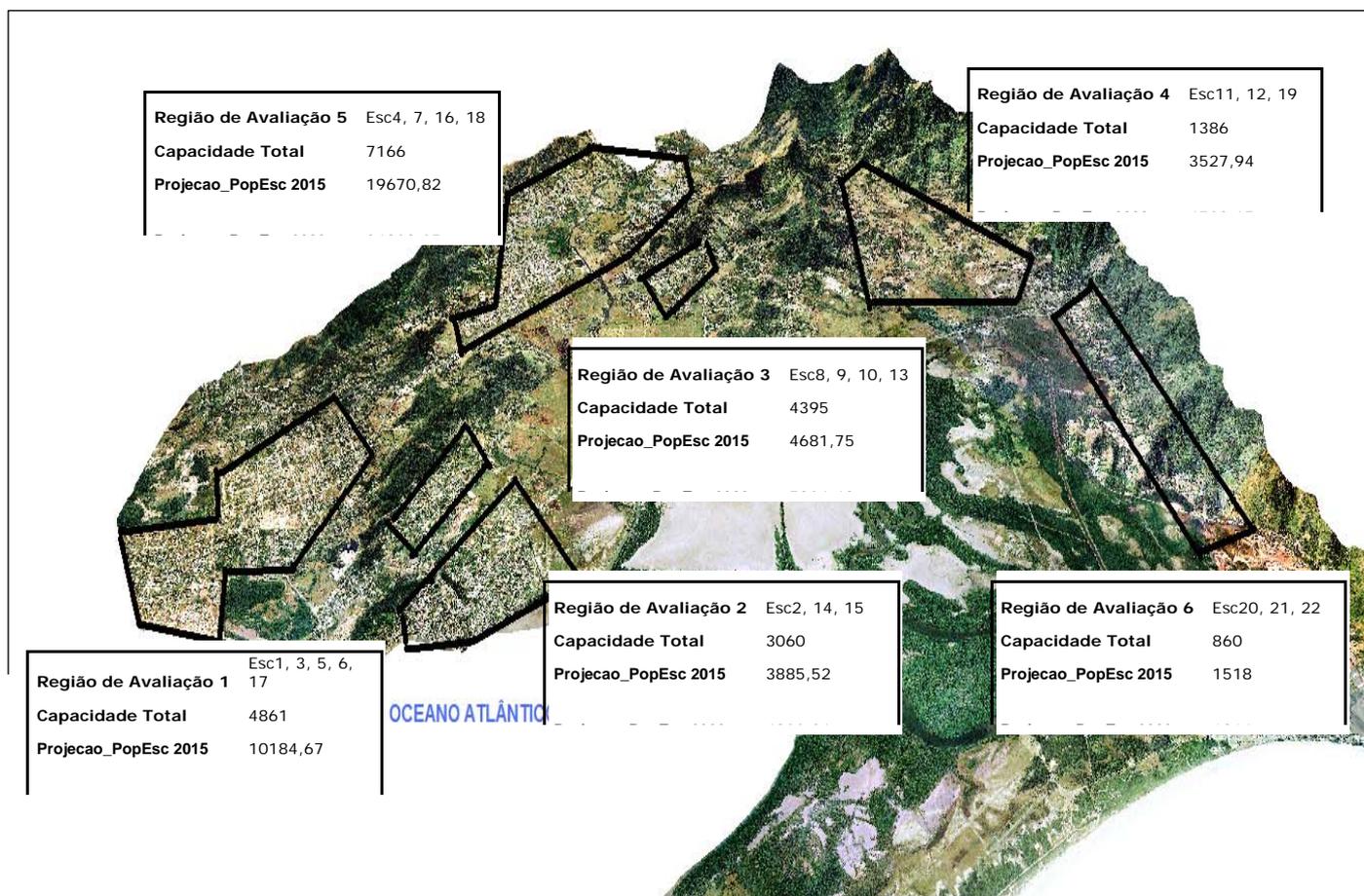


Figura 26: Regiões de Avaliação do Planejamento da Rede Escolar

6.3.1

Análise da Abrangência

Uma das questões essenciais na avaliação da abrangência das escolas é o conhecimento da distância considerada ideal entre os alunos e a escola. A Figura 27 mostra uma adaptação do estudo elaborado por Brau *et al* (1980), em Oliveira e Bastos (2007), sobre a distância máxima e a distância ideal a que o estudante deve estar do estabelecimento de ensino.

Instituição Acessibilidade	Ensino Infantil	Ensino Fundamental	Ensino Médio
Excelente	Menos de 500m	Menos de 500m	Menos de 1000m
Ótima	De 500 m a 1000m	De 500 m a 1000m	Entre 1000 e 2000m
Regular	De 1000m a 1500m	De 1000m a 1500m	Entre 2000m e 4000m
Baixa	De 1500m a 2000m	De 1500m a 2000m	Entre 4000m e 6000m
Péssima	Mais de 2000m	Mais de 2000m	Mais de 6000m

Fonte: Oliveira e Bastos (2007)

Figura 27: Distância ideal do estabelecimento de ensino

Em Pizzolato e Silva (1997), verificou-se a preferência dos alunos pelo deslocamento a pé até as escolas e que, em áreas urbanas, a distância máxima recomendada é de aproximadamente 1.500 metros.

Com a ferramenta *Service Area* do ArcGis *Network Analyst* foi possível construir faixas de acessibilidade ao redor das Escolas Municipais segmentadas em 1.000, 2.000 e 3.000 metros, com base na malha viária, como mostra a Figura 28.

A faixa verde mostra uma faixa de abrangência de 1.000 metros no entorno das escolas. Portanto, trata-se de uma região ótima conforme a tabela acima, onde a maioria da população escolar deveria se encontrar.

A faixa amarela mostra a abrangência da escola a 2.000 metros da população escolar, apresentando uma acessibilidade considerada baixa. A faixa vermelha mostra uma condição péssima, onde deveriam se encaixar o menor número possível de alunos. Acima desta faixa, a situação torna-se indesejada.

As Escolas Municipais estão localizadas muito próximas uma as outras, fazendo com que a abrangência total seja reduzida. De acordo com as previsões realizadas pelo IBGE para o ano 2015 e 2020, uma grande concentração de crianças em idade escolar se encontrará nas faixas verde e amarela.

No entanto, em 2015, as projeções indicam que uma quantidade significativa de crianças se encontrará numa faixa superior a 3.000 metros (situação indesejável), onde inclusive o mapa mostra a concentração de alguns círculos vermelhos que representam população de 500 a 1.600 crianças; a situação torna-se ainda mais grave em 2020.

O caso mais crítico mostra uma distância de 6.000 metros entre a população escolar e a escola mais próxima. Esta região apresenta urgência na

construção de novas Escolas Municipais que atendam a população numa faixa de acessibilidade considerada ótima ou regular.

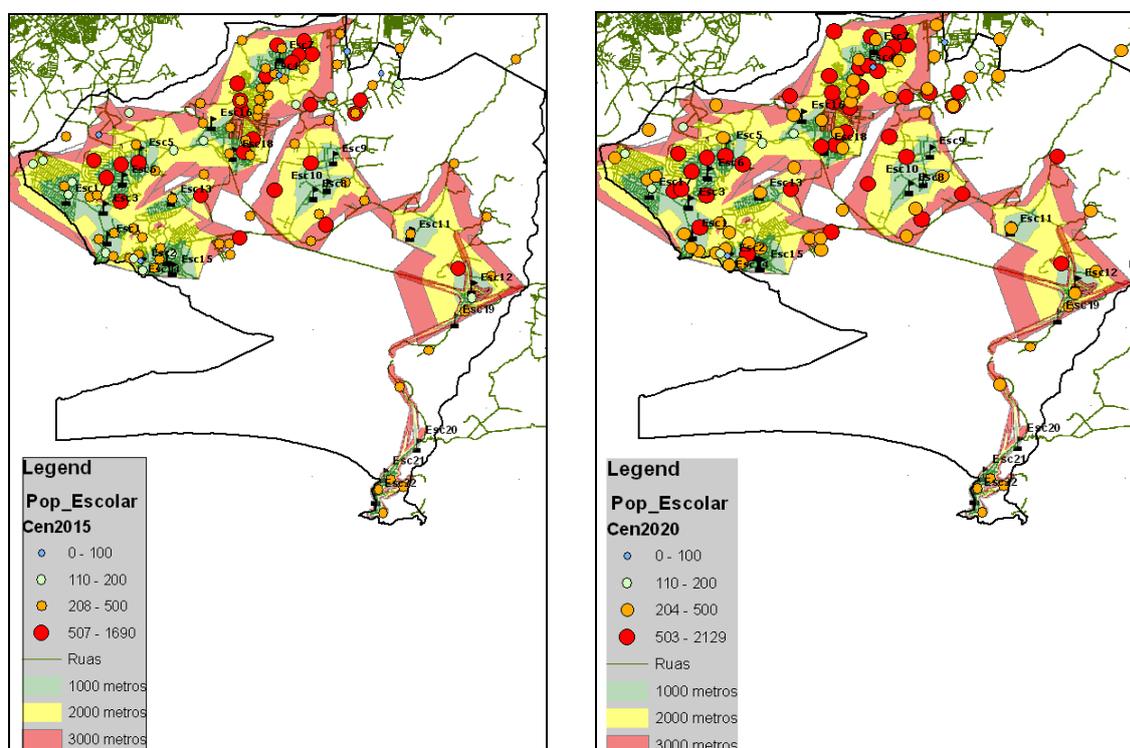


Figura 28: Avaliação da Abrangência das Escolas Municipais

O resultado dessa avaliação encontra-se resumido na Tabela 10. A melhor cobertura encontra-se na Região de Avaliação 1, onde 91% da população escolar se situa dentro de um raio de 1.500 metros das escolas municipais existentes atualmente. As demais cobrem basicamente 60% da população, sendo o pior caso a Região de Avaliação 6, onde somente 27,12% da população encontra-se dentro do raio esperado.

Tabela 10: Escolas Municipais na RA Guaratiba

Região de Avaliação	Escolas Atuais	Cobertura (raio de 1500 metros)
1	Esc 1, 3, 5, 6, 17	91%
2	Esc 2, 14, 15	61%
3	Esc 8, 9, 10, 13	60%
4	Esc 11, 12, 19	57,93%
5	Esc 4, 7, 16, 18	55,18%
6	Esc 20, 21, 22	27,12%

6.3.2

Análise da Capacidade de Atendimento

Uma das preocupações do planejamento da rede escolar é a capacidade da mesma em atender a população escolar.

Através da ferramenta *Closest Facility* do *Network Analyst* foi possível traçar a rota mais curta pela malha viária entre a população escolar e a Escola Municipal mais próxima a ela. Com isso foi possível fazer um balanço do somatório da população “atraída” por determinada escola e capacidade da instalação em recebê-la.

Através da divisão da RA Guaratiba em Regiões de Avaliação é possível considerar que dificilmente os alunos que se encontram na Região de Avaliação 1 optarão por escolas em outras Regiões, pois, devido ao relevo acentuado, existe uma restrição de acesso entre as regiões.

Outra possível restrição de acesso às escolas municipais são as ruas onde se encontram favelas. Pode-se ver na Figura 29 que algumas Regiões de Avaliação apresentam tal situação.

No estudo foi considerada a possibilidade do aluno escolher escolas cuja rota até as mesmas não cruze regiões favelizadas. Para isto, foram criados impedimentos de passagem por esses locais através das ruas.

O roteamento obtido pela ferramenta, levando em conta todos estes aspectos, aparece na Figura 29.

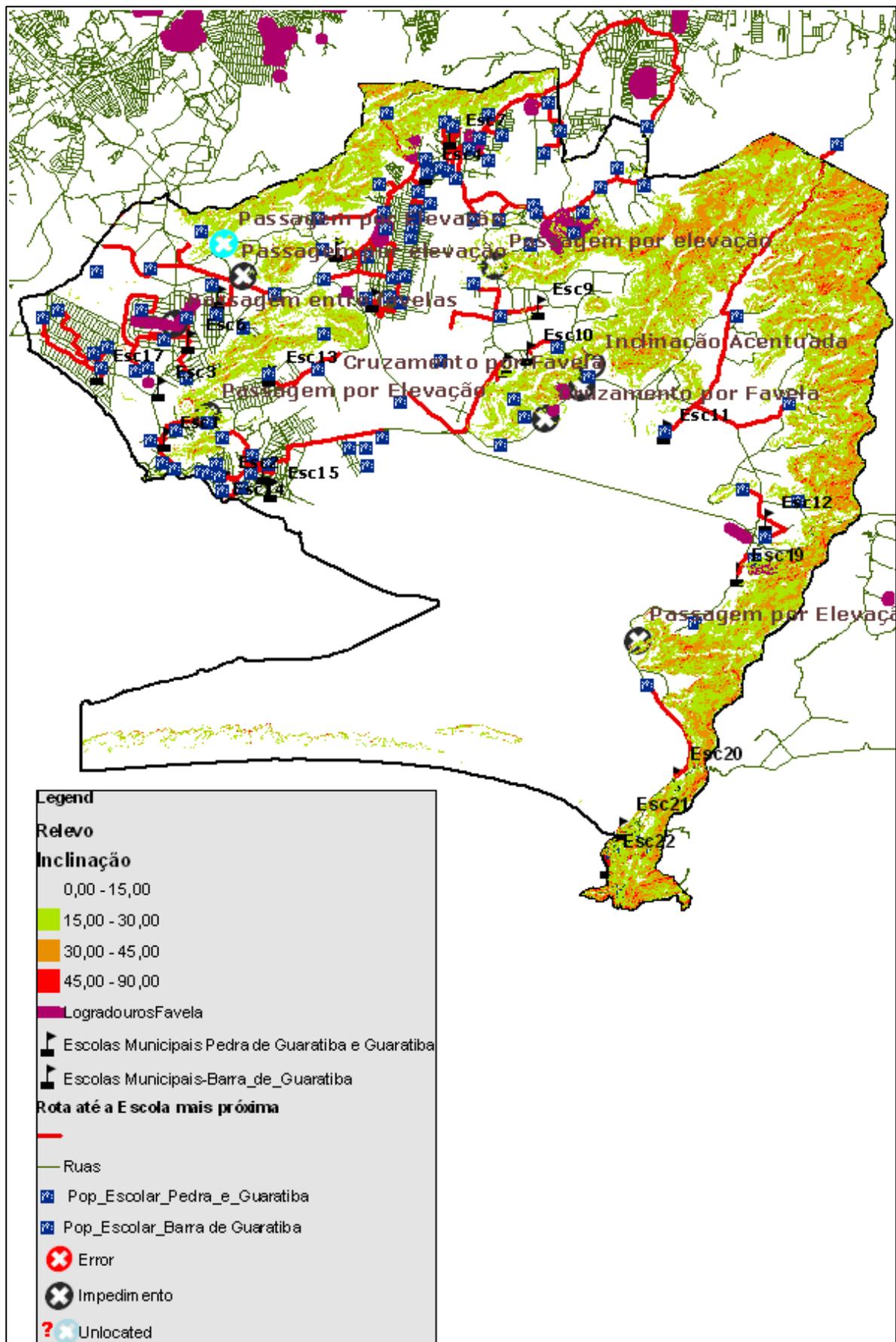


Figura 29: Roteamento da população escolar às Escolas Municipais

Os resultados da avaliação da capacidade encontram-se nas tabelas abaixo. Como se pode ver, a situação poderá ser catastrófica nos anos 2015 e 2020 caso as expectativas de crescimento para a região se confirmem. É necessário um planejamento imediato para algumas Regiões de Avaliação, como no caso da Região 5, que apresentará uma escassez de vagas para o ensino público bastante elevada.

Em algumas Escolas Municipais, como Esc4, Esc 5, Esc 6, Esc 7, Esc 11, Esc 14, Esc 20, a escassez de vagas, seguindo as expectativas de crescimento da região, será superior a 1.000 vagas, mostrando uma situação preocupante.

Na Região de Atendimento 2, a Esc 15 não atraiu população alguma, o que demonstra uma má escolha na sua localização. Toda a população presente nesta região, tendo o fator proximidade como critério de escolha, deverá seguir para as escolas Esc 2 e Esc 14, causando uma escassez de vagas na última. Uma possível solução seria a transferência de capacidade da Esc 15 para as demais escolas da região de avaliação.

Outras escolas apresentaram uma situação de excesso de vagas. Porém, tal análise deverá ser constatada na prática, pois, em muitos casos, a população escolar que não for atendida por uma escola devido à falta de vagas, buscará a segunda escola mais próxima e assim sucessivamente, fazendo com que a situação de excesso de vagas nestas escolas se transforme em escassez.

Existem Escolas Municipais com capacidade bastante reduzida. Tais escolas foram planejadas para atender somente a Educação Infantil e períodos iniciais da Educação Fundamental. Esta falta de continuidade de ensino na mesma escola é um problema pertinente ao planejamento da rede escolar, pois pode causar um desbalanceamento da capacidade de atendimento em outras escolas. Dessa forma, uma ampliação de capacidade nos moldes das escolas mais modernas poderá atenuar o possível problema de escassez de vagas.

Tabela 11: Análise da capacidade – Região de Atendimento 1

Região de Atendimento 1	População Atraída	Projeção 2015	Projeção 2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
Esc1	6,93,94,95,106	1511	1906	1005	-506	-901
Esc3	7, 10	696	878	1158	462	280
Esc5	2,19,20,23	1817	2292	700	-1117	-1592
Esc6	12,13,14,16,18,21,24	5064	6387	497	-4567	-5890
Esc17	3,4,8,9,11	923	1164	1501	578	337

Tabela 12: Análise da capacidade – Região de Atendimento 2

Região de Atendimento 2	População Atraída	Projeção_2015	Projeção_2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
Esc 2	96,97,100,101,102,103 29,30,31,32,98,99,104,	1158	1460	1506	348	46
Esc14	105	2728	3440	550	-2178	-2890
Esc15	-	-	-	1004	1004	1004

Tabela 13: Análise da capacidade – Região de Atendimento 3

Região de Atendimento 3	População Atraída	Projeção_2015	Projeção_2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
Esc8	33,34,35,39	1424,07	1795,97	1381	-43,07	-414,97
Esc9	28,53,55	1729,67	2181,39	1353	-376,67	-828,39
Esc10	81	259,87	327,73	654	394,13	326,27
Esc13	1,15,17	1268,15	1646,53	1007	-261,15	-639,53

Tabela 14: Análise da capacidade – Região de Atendimento 4

Região de Atendimento 4	População Atraída	Projeção_2015	Projeção_2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
	36,37,40,43,80	1841,93	2350,82	237	-1604,93	-2113,82
	27,41,42	1049,86	1339,92	858	-191,86	-481,92
	107,115	636,15	811,91	291	-345,15	-520,91

Tabela 15: Análise da capacidade – Região de Atendimento 5

Região de Atendimento 5	População Atraída	Projeção_2015	Projeção_2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
	44,46,52,56,57,60,61,6 2,63, 64,65,66,67,68 45,58,59,70,71,72,73,7 4,75, 76,77,78,79,84,86,87,8 8,89,	6141,15	7744,98	1155	-4986,15	-6589,98
Esc7	90,91,92	8257,50	10414,03	816	-7441,50	-9598,03
Esc16	69	343	433	720	376,98	287,39
Esc18	26,48,49,54	1927,17	2430,47	3087	1159,83	656,53

Tabela 16: Análise da capacidade – Região de Atendimento 6

Região de Atendimento 4	População Atraída	Projeção_2015	Projeção_2020	Capacidade	Excesso/Escassez de Vagas 2015	Excesso/Escassez de Vagas 2020
Esc20	5,111,112,114	996	1256	171	-825	-1085
Esc21	113	191	241	533	-20	-70
Esc22	108,109,110	331	417	155	-160	-246

6.4

Localização de Novas Instalações Escolares

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos com o modelo de localização p-Mediana Capacitado (PMC) e o modelo de Máxima Cobertura.

Vale lembrar que o objetivo do primeiro modelo é de localizar novas instalações de ensino, de forma a minimizar a distância média percorrida entre a população escolar e a escola, considerando que as Escolas Municipais possuem uma capacidade padrão limitada de atendimento.

Atualmente, as mais recentes escolas construídas no município do Rio de Janeiro apresentam uma capacidade de atendimento padronizada na faixa de 1.300 alunos. Logo, o modelo PMC é bastante apropriado para este tipo de realidade.

O objetivo do segundo modelo é determinar a localização de uma nova instalação que atenda o máximo possível de alunos num raio de 1.500 m, distância esta considerada satisfatória para o deslocamento do aluno. Com isso, a capacidade da nova instalação deve ser ajustada de acordo com o somatório da população a ser coberta.

Como candidato a receber novas instalações, foi considerado o próprio centróide dos setores censitários. Da mesma forma como foi realizada a avaliação da atual distribuição da rede escolar, a localização de novas instalações também será realizada nas mesmas Regiões de Avaliação.

No modelo PMC foram localizadas novas escolas considerando as projeções da população em idade escolar para os anos de 2015 e 2020. Em algumas Regiões de Avaliação, observou-se que a estratégia de ampliação da capacidade das escolas atuais ou das novas instalações candidatas evitaria a construção de uma nova escola e utilizaria melhor a capacidade.

No modelo de Máxima Cobertura foram consideradas as projeções de população para o ano de 2020, pois estas correspondem ao número máximo de alunos a serem atendidos pelas Escolas Municipais.

6.4.1

Resultados com o Modelo PMC

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com o modelo PMC separados pela Região de Avaliação.

Na Região de Avaliação 1, os centróides onde se concentram a pop14 e pop18 apresentaram uma população total superior à capacidade padrão das Escolas Municipais modernas, que está em torno de 1.300 alunos. Logo, foi necessário ajustar a capacidade das escolas desses candidatos ao tamanho de sua população escolar.

De acordo com o modelo, será necessária, para além das cinco Escolas Municipais que já se encontram na região, a construção de quatro unidades adicionais situadas no centróide onde se encontram a pop13, pop14, pop18 e pop20 no ano 2015, como mostra a tabela abaixo.

Além dos candidatos escolhidos receberem uma nova unidade que atenderia a população escolar a uma mínima distância possível, respeitando as restrições de capacidade das instalações, o modelo mostra como seria uma alocação da população escolar eficiente em cada Escola Municipal.

Como se pode ver na tabela, espera-se que na realidade a Escola 1 (Esc1) tenha vagas suficientes para atender 935 crianças no ano 2015 e que os possíveis alunos sejam residentes do setor censitário onde se encontra o centróide pop6, pop93 e pop95.

Tabela 17: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 1 (2015)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc1	6,93,95	935,52	1005	63,04
Esc3	7,10,106	1116,38	1158	11,30
Esc5	16	686,05	700	153,78
Esc6	19	494,78	497	87,98
Esc17	3,4,8,9,11	923,04	1501	69,48
pop13	13,94	1236,96	1300	41,62
pop14	12,14,21	1598,70	1610	13,95
pop18	18,23,24	1981,22	2135	2,22
pop20	2, 20	1212,02	1300	63,04

Os resultados para o ano de 2020 na Região de Avaliação 1 são mostrados na tabela abaixo. Além das quatro Escolas Municipais que deverão ser construídas em 2015, será necessária uma instalação adicional que deverá estar localizada no centróide pop94.

Tabela 18: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 1 (2020)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2020	Capacidade	Excesso de Vagas 2020
Esc1	6, 93	943,87	1005	61,13
Esc3	7, 10	1095,94	1158	62,06
Esc5	19	624,00	700	76,00
Esc6	2	487,67	497	9,33
Esc17	3,4,8,9,11	1164,11	1501	336,89
pop13	13	1145,75	1300	154,25
pop14	14	1604,58	1610	5,42
pop18	16,24	1093,32	1300	206,68
pop20	18	2131,57	2135	3,43
pop94	20,21,23	1289,96	1300	10,04

Os resultados para a Região de Avaliação 2, segundo as previsões para o ano 2015, encontram-se na Tabela 19. Como podemos ver, para este horizonte as escolas atualmente existentes não terão capacidade suficiente para atender a população escolar. A decisão ótima, conforme o modelo PMC, foi de construir uma nova Escola Municipal no centróide onde se encontra a população 32 (pop32). A tabela mostra a população escolar que deve ser atendida por cada escola.

A escola 14 (Esc14) possui uma capacidade baixa de atendimento. Caso a capacidade dessa escola fosse ampliada para atender a 1400 alunos, isto é, sofresse uma reforma de ampliação nos moldes de uma escola padrão, não seria necessária uma nova escola na zona 2 e o excesso das vagas seria reduzido em 95%, mostrando melhor aproveitamento das instalações atuais. Porém, a distância total percorrida pela população escolar aumentaria em 55%.

Tabela 19: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 2 (2015)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc2	96,97,98,100,101,102,103	1397	1506	109
Esc14	104,105	532	550	18
Esc15	30,99	746	1004	258
pop32	29,31,32	1210	1300	90

As projeções para 2020 mostram que, para além da nova escola construída em 2015, seria necessária uma instalação adicional onde se situa a população 105 (pop105). Uma solução alternativa seria a ampliação da capacidade de atendimento da instalação situada no centróide pop 32 em 2.000 alunos, o que resultaria em redução de 35% na distância total percorrida pela população escolar, um corte no excesso de vagas em aproximadamente 80%, e ainda eliminaria a necessidade da nova instalação em pop105.

Os resultados mostram que na Região de Avaliação 2, a construção de uma nova Escola Municipal localizada no centróide correspondente a pop32 é uma decisão ótima para o ano 2015 e, com a capacidade de atendimento ampliada para

o ano 2020, economizaria o investimento de construção de uma nova Escola Municipal neste período seguinte.

Tabela 20: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 2 (2020)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2020	Capacidade	Excesso de Vagas 2020
Esc2	96,97,98,100,101,103	1300	1506	206
Esc14	99	532	550	18
Esc15	32,104	870	1004	134
pop32	29,30,31	1295	1300	5
pop105	102, 105	902	1300	398

A Tabela 21 mostra os resultados obtidos na Região de Avaliação 3. Esta apresenta escolas com capacidades maiores se comparada à região 2. Porém, não será suficiente para atender a população em idade escolar no ano de 2015.

Os resultados com o modelo PMC apresentaram como solução ótima a localização de uma nova escola no centróide correspondente a população 1(pop1) no ano 2015. Caso a escola 10, que possui baixa capacidade, fosse ampliada para atender uma faixa de 1150 alunos, as quatro escolas atuais seriam suficientes para atender a demanda e haveria uma redução do excesso de vagas em 80%. Entretanto, a distância total a ser percorrida seria penalizada, sendo incrementada em 36%.

Tabela 21: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 3 (2015)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc8	28,35,39	1343	1381	38
Esc9	53,55	1193	1353	160
Esc10	34,81	578	654	76
Esc13	17	322,23	1007	685
pop1	1,15,33	1245,28	1300	55

Para o ano 2020, seria necessária a construção de uma nova Escola Municipal situada no centróide correspondente à população 35 (pop35). Caso a escola 10 tivesse a capacidade de atendimento ampliada no mesmo padrão do ano de 2015, os resultados com o modelo PMC mostraram que a solução ótima seria a

localização de uma nova escola no centróide correspondente a população 33 (pop33). Com isso, além das escolas atuais, seria necessária uma nova escola localizada nesse centróide. Assim como no ano 2015, a distância total percorrida seria penalizada, com aumento de 54%, devido ao crescimento da população.

Uma decisão coerente com os resultados apresentados para a região 3, seria a ampliação da capacidade de atendimento da escola 10 e a construção de uma nova escola padrão situada no centróide onde se localiza a pop33. Com isso, não seria necessária a construção de uma Escola Municipal adicional.

Tabela 22: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 3 (2020)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2020	Capacidade	Excesso de Vagas 2020
Esc8	33,55	1093,32	1381	287,68
Esc9	28,53	1305,69	1353	47,31
Esc10	39,81	629,25	654	24,75
Esc13	17	406,39	1007	600,61
pop1	1,15	1192,95	1300	107,05
pop35	34,35	1116,91	1300	183,09

De acordo com as previsões para o ano de 2015, duas escolas adicionais seriam necessárias para atender a população escolar na Região de Avaliação 4. De acordo com o modelo PMC, a escola 11 (Esc11), por ter capacidade muito baixa, ficaria inoperante. Esta escola poderia sofrer uma reforma de ampliação da capacidade ou ser utilizada para outros fins, como creche, biblioteca, museu e outros.

Tornando a Esc11 uma escola padrão, com capacidade de atendimento para 1300 alunos, não seria necessária a instalação da escola no centróide correspondente a pop80. Assim como nos outros casos, a distância total a ser percorrida seria penalizado.

Tabela 23: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 4 (2015)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc11	-		237	237
Esc12	42,107,115	821	858	37
Esc19	41	282,73	291	8
pop27	27,36,43	1251,51	1300	48
pop80	37,40,80	1172,52	1300	127

Os resultados para o ano 2020 revelam que haverá a necessidade de uma nova instalação de ensino na região. De acordo com o modelo PMC, a nova instalação dever ser localizada no centróide correspondente a pop36. Com uma ampliação da capacidade de atendimento desta nova escola em 1900 alunos, a distância total a ser percorrida pela população escolar sofreria uma queda em 10%.

A estratégia adequada para a região 4 seria utilizar o espaço disponível da Esc11 para outros fins sociais e construir uma nova Escola Municipal no centróide onde se encontra a pop27 e pop80 com capacidade padrão e no centróide onde se encontra a pop36 com capacidade de 1900 alunos.

Tabela 24: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 4 (2020)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2020	Capacidade	Excesso de Vagas 2020
Esc11	-		237	237
Esc12	41,115	796	858	62
Esc19	42	236,14	291	55
pop27	27,107	1119,69	1300	180
pop80	37, 80	1111,73	1300	188
pop36	36,40,43	1239,09	1300	61

A Região de Avaliação 5 apresenta os resultados mais preocupantes, pois a expectativa de crescimento para esta região é bastante elevada. Ao todo seria necessária a construção de doze escolas adicionais para o ano 2015 e quinze para o ano 2020 para que toda a população em idade escolar dessa região fosse atendida pelo ensino público. Os resultados encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 25: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 5 (2015)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc4	50, 87, 89, 92	1153,81	1155	1
Esc7	48, 79	815	816	1
Esc16	51, 75, 91	717,23	720	3
Esc18	22, 25, 45, 60, 65,85,88.90	3083,05	3087	4
pop54	47, 54	923,04	1300	377
pop61	61, 62, 64	1234,88	1300	65
pop26	26, 49	941,75	1300	358
pop52	46, 52	1251,51	1300	48
pop63	56, 57, 63	1180,83	1300	119
pop66	66, 68	883,54	1300	416
pop70	58, 69, 70, 73	1291,01	1300	9
pop59	59, 71	1112,23	1300	188
pop77	76, 77	1278,54	1300	21
pop72	72, 74	1189,15	1300	111
pop84	44, 78, 83, 84	1189,15	1300	111
pop86	82, 86	1049,86	1300	250

Três escolas adicionais serão necessárias para atender a população escolar localizada na Região de Atendimento 5 além das que foram apresentadas em 2015. As mesmas devem estar situadas no centróide correspondente a pop 62, pop46 e pop56.

Tabela 26: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 5 (2020)

Candidato	População Atendida	Total_Projeção_2020	Capacidade	Excesso de Vagas 2020
Esc4	60, 79	1151,00	1155	4
Esc7	65, 90	813	816	3
Esc16	22, 87	718,39	720	2
Esc18	25,48,51,82, 89, 92	3064,96	3087	22
pop54	47, 54	1164,11	1300	136
pop62	61, 62	991,65	1300	308
pop26	26, 49	1187,70	1300	112
pop52	52, 64	1266,36	1300	34
pop46	46, 50, 57	1227,03	1300	73
pop56	56, 58, 63	1284,71	1300	15
pop66	66, 68	1114,29	1300	186
pop59	59, 75	1266,36	1300	34
pop76	70, 76	1292,58	1300	7
pop77	73, 77	1297,82	1300	2
pop74	71, 74, 91	1250,63	1300	49
pop72	69, 72	1284,71	1300	15
pop45	44, 45	954,36	1300	346
pop84	84, 85	1229,65	1300	70
pop86	83, 86, 88	1282,09	1300	18

Assim como na região 4, o resultado obtido através do modelo PMC na Região de Avaliação 6 determinou que a Esc20, por ter uma capacidade muito baixa, fique inoperante, sendo utilizada para outros fins.

Para o ano 2015 seria necessária a construção de uma nova escola padrão localizado no centróide correspondente a pop114.

Tabela 27: Localização de Novas Escolas – PMC - Região de Avaliação 6 (2015)

Candidato	População	Total_Projeção_2015	Capacidade	Excesso de Vagas 2015
Esc20			171	171
Esc21	108,109,113	415,8	533	117
Esc22	110	106,0	155	49
Pop114	111,112,114,5	995,8	1300	304

A população em idade escolar na Região de Avaliação 6 é menor comparada às outras. Isto faz com que as previsões de demanda pelo ensino público nessa região não pressione a capacidade de atendimento das escolas. Os resultados para o ano 2020 foram os mesmos do ano 2015, portanto, uma escola adicional localizada no centróide correspondente a pop114 atenderia às previsões de 2015 e 2020.

6.4.2

Resultados com o Modelo Máxima Cobertura

As escolas situadas na Região de Avaliação 1 são bastantes abrangentes, pois atendem 91% da população num raio de 1500 metros.

Essa região apresenta uma forte concentração de pessoas em idade escolar e as previsões para 2020 mostram que a população escolar será quase o dobro da capacidade de atendimento das escolas. Portanto, trata-se de escolas bem localizadas, mas com capacidade insuficiente para atender as previsões de crescimento da região.

Com a adição de uma nova escola no centróide correspondente a pop21, a cobertura seria ainda maior, correspondendo a 96% da população. Com isso, o gargalo da região 1 está na capacidade de atendimento das escolas.

Tabela 28: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 1

Escolas Atuais	% População Coberta	Projeção 2020 – Tamanho da População Escolar
Esc 1, 3, 5, 6 ,17	91%	11657
Instalação Adicional		
pop 21	96%	12297

As escolas localizadas na Região de Avaliação 2 não possuem uma cobertura tão abrangente quanto as da região 1. Apenas 60% da população está sendo atendida num raio de 1.500 metros. De acordo com o modelo de Cobertura Máxima, construindo uma nova Escola Municipal no centróide correspondente a

pop 32, 100% da população seria atendida na faixa estabelecida. Para atender a população escolar, a nova escola deve ter uma capacidade de 1840 alunos.

Tabela 29: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 2

Escolas Atuais	% População Coberta	Projeção 2020 – Tamanho da População Escolar
Esc 2, 14, 15	61%	2965
Instalação Adicional	-	-
pop 32	100%	4900

Atualmente, as escolas localizadas na região 3 cobrem 60% da população escolar na faixa de 1500 metros. Uma instalação adicional no centróide correspondente a pop55 aumentaria o cobertura de atendimento de forma significativa, passando para 71% da população escolar. E uma nova escola no centróide onde está situado a pop34 faria com que aproximadamente 90% da população fosse atendida numa distância de 1500 metros da escola mais próxima.

Tabela 30: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 3

Escolas Atuais	% População Coberta	Projeção 2020 – Tamanho da População Escolar
Esc 8, 9, 10, 13	60%	3519
Instalação Adicional		
pop 55	71%	4148
pop 34	89%	5265

As Escolas Municipais localizadas na Região de Avaliação 4 apresentam uma cobertura inferior às de outras regiões, devido à má localização das mesmas, atendendo 56% da população em idade escolar na faixa estabelecida. Além da localização, outro problema é a falta de capacidade em atender às previsões para o ano 2020. Seriam necessárias duas novas escolas, situadas no centróide da pop80 e pop43, para atender 82% da população escolar a uma distância satisfatória.

Tabela 31: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 4

Escolas Atuais	Cobertura Máxima	População Coberta Projeção 2020
Esc 11, 12, 19	56%	2447
Instalação Adicional		
pop 80	65%	3581
pop 43	82%	4513

Assim como na Região 1, a Região de Avaliação 5 também apresenta um forte crescimento da população em idade escolar, porém a cobertura desta é muito baixa comparada a outra. Apenas 55% da população está situada a uma distância de 1.500 metros da escola mais próxima.

Para atendimento de 90% da população escolar, seria necessário um adicional de três escolas municipais localizados no centróide da pop46, pop84, pop91. Os respectivos incrementos da capacidade encontram-se na Tabela 32.

Tabela 32: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 5

Escolas Atuais	Cobertura Máxima	População Coberta Projeção 2020
Esc 4, 7, 16, 18	55%	13689
Instalação Adicional		
pop 46	75%	18552
pop 84	86%	21433
pop 91	90%	22340

As Escolas Municipais presentes na Região de Avaliação 6 apresentam a cobertura mais baixa de todas as regiões. Apenas 27% da população se encontra dentro do raio de 1.500 metros da escola mais próxima. Para que 90% da população esteja coberta na distância pretendida, três escolas adicionais deverão ser localizadas nos centróides correspondentes a pop46, pop 84 e pop91.

Tabela 33: Localização de Novas Escolas – Máxima Cobertura – Região de Avaliação 6

Escolas Atuais	Cobertura Máxima	População Coberta Projeção 2020
Esc 20, 21, 22	27%	516,76
Instalação Adicional		
pop 114	55%	1052,67
pop 108	74%	1416,32
pop 107	92%	1760,82

6.5

Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos com o modelo PMC e de Máxima Cobertura mostraram que, caso se confirme a previsão de crescimento estabelecida pelo IBGE para a Região Administrativa de Guaratiba para os anos 2015 e 2020, o número de vagas no ensino público disponível à população escolar poderá ser escasso, assim como o atendimento à população numa distância satisfatória poderá ser um fator determinante na qualidade dos serviços educacionais.

A região está crescendo a taxas elevadas se comparadas ao restante do município, e a pressão de demanda por ensino público será bastante expressiva nos próximos anos.

Os resultados da avaliação mostraram que em algumas Escolas Municipais haverá excesso de vagas, porém a capacidade será insuficiente para atender alunos de outras Regiões de Avaliação. O total de vagas disponíveis na RA até o momento é de 20.659, enquanto a projeção da população em idade escolar em 2015 é de 43.763 crianças e em 2020, 55.245. Assim, haverá uma escassez global de vagas nas Escolas Municipais.

O modelo de localização/alocação PMC mostrou que seria necessária a construção de 21 Escolas Municipais no ano 2015 e mais 7 em 2020 para o atendimento a uma distância mínima entre a população escolar e a Escola Municipal, considerando a capacidade de atendimento das mesmas.

Os resultados de alocação da população escolar nas escolas existentes e nas possíveis instalações mostra como deve ser planejada a distribuição de vagas. Na tabela 27, o resultado da otimização com o modelo PMC revela que a Escola 21 deve atender os alunos residentes nos centróides onde estão localizadas as

pop108, pop109 e pop113. O somatório da projeção da população escolar nesses centróides é de 415,8 habitantes no ano 2015. Dessa forma, os gestores da educação podem estabelecer quem deve frequentar e quantas vagas devem ser oferecidas em cada escola.

Foram testadas algumas situações alternativas no modelo, como a de expansão de capacidade de escolas atuais e de novas instalações, saindo da tendência de Escolas Municipais com capacidade padrão.

Os resultados obtidos com esta estratégia mostraram uma redução no número de unidades educacionais a se construir, o que seria menos oneroso aos cofres públicos. Porém, a ausência de uma Escola Municipal adicional penaliza a distância percorrida pela população escolar. Trata-se de um *trade-off*: quanto maior o número de escolas disponíveis, mais elevado será o nível de atendimento com relação ao deslocamento satisfatório pelos alunos, mas a construção de novos estabelecimentos gera um custo para a sociedade.

O modelo de Cobertura Máxima preocupa-se basicamente em localizar as unidades garantindo o maior número possível de habitantes em idade escolar concentrado num raio de 1500 metros das escolas.

Como mencionado anteriormente, garantir o atendimento a 100% da população escolar com escolas neste raio de abrangência pode ter um custo bastante elevado; portanto, neste estudo foi utilizado um nível de cobertura de no mínimo 80%, ou seja, em cada Região de Avaliação, 80% da população escolar deverá estar coberta por uma escola dentro de uma faixa de 1.500 metros.

Vale observar que este modelo não assume a capacidade das novas instalações como um fator restritivo, portanto não se enquadra no planejamento de construção de novas unidades educacionais tal como definido pela Secretaria Municipal de Educação, que estabelece uma capacidade padrão. Com isso, um número inferior de escolas adicionais seria necessária com este modelo, se comparado ao outro.

Ao todo, doze Escolas Municipais deveriam ser construídas para o atendimento de no mínimo 80% da população no raio pretendido, porém a capacidade das instalações deverá ser ajustada conforme o tamanho da população.

A desvantagem da utilização do modelo PMC para tratar do problema de localização de novas unidades educacionais é que, apesar do objetivo ser de minimizar a distância média percorrida pela população escolar até a escola, isso

não significa que as novas instalações localizadas estejam situadas na faixa satisfatória estabelecida no estudo, a saber 1.500 metros de distância da população escolar.

Com o modelo de Cobertura Máxima, a ausência de uma restrição de capacidade pode gerar resultados fora dos padrões estabelecidos pelos gestores educacionais. Além disso, atingir 100% da população no raio pretendido pode ser bastante oneroso, logo existe uma dificuldade *a priori* de definir um valor de atendimento considerado razoável para a cobertura da população escolar.

A vantagem da utilização de mais de um modelo na resolução de problemas de localização é a possibilidade do confronto de resultados obtidos em busca daqueles que sejam ótimos nos diferentes modelos aplicados.

Apesar da diferença de abordagem entre os modelos PMC e Cobertura Máxima, foi possível atingir resultados em comum. Na Região de Avaliação 2, a localização de uma nova Escola Municipal no centróide onde se encontra a pop32 revelou-se um resultado ótimo em ambos os modelos. O mesmo ocorreu na Região de Avaliação 5, onde a instalação de uma nova unidade educacional no centróide da pop80, pop84 e pop46 mostra-se satisfatória. Na Região de Avaliação 6 o resultado dos modelos coincidiram na pop114.

Os locais citados satisfazem tanto as condições de minimização da distância média percorrida pelos possíveis alunos, quanto de localização num raio de 1.500 metros de distância da população escolar.

Os resultados da localização de novas unidades escolares para o ano 2015 e 2020 encontram-se na Figura 30.

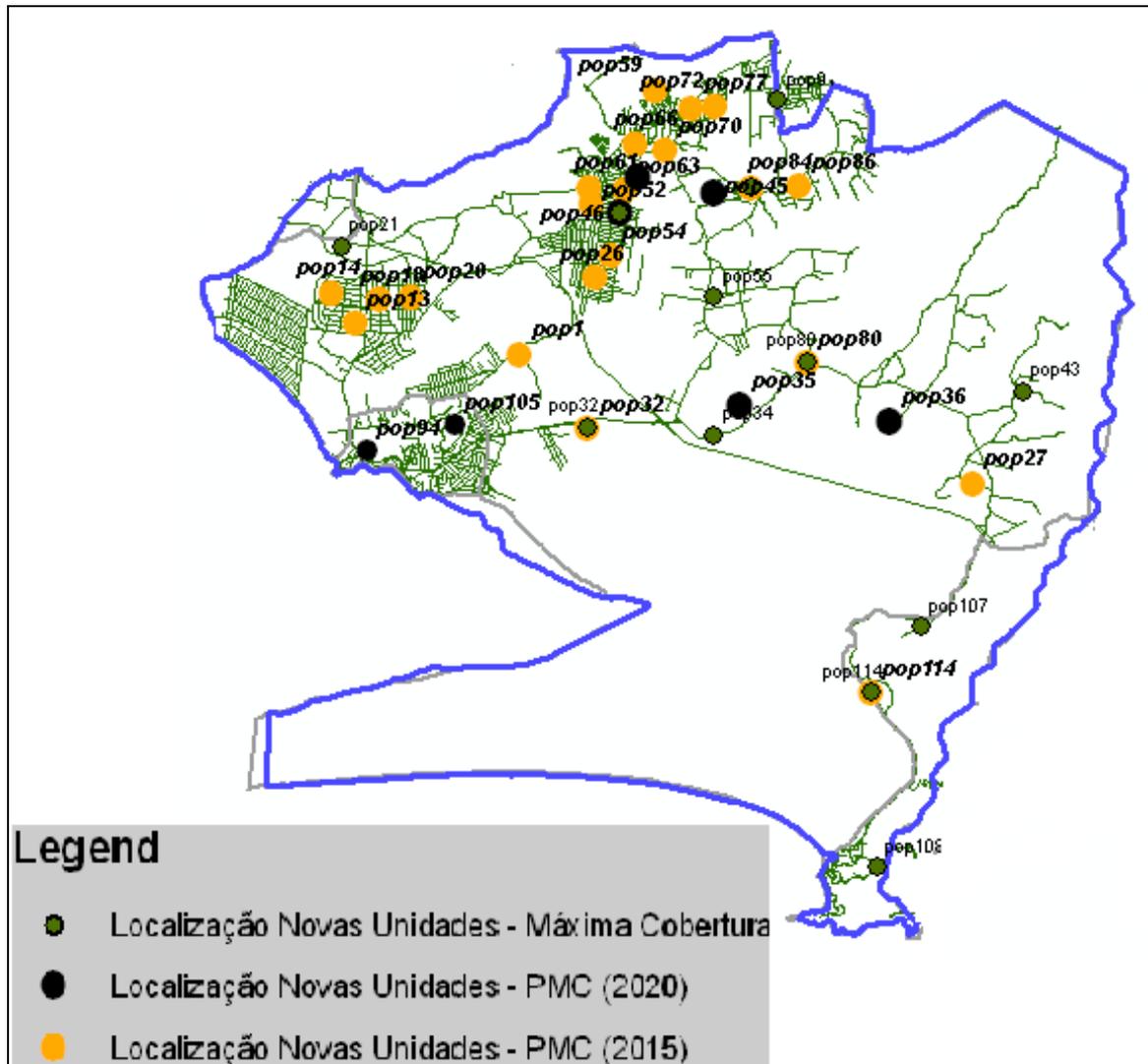


Figura 30: Resultado da localização de novas unidades escolares