

## 4

### **Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro<sup>55</sup>**

Ao longo do presente capítulo um conjunto de informações sócio-econômicas será avaliado para o estabelecimento de dois anéis Ethernet na região metropolitana do Rio de Janeiro. As informações urbanísticas e estatísticas do Município do Rio de Janeiro foram retiradas do Armazém de Dados da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro<sup>54</sup>. Um dos anéis será ativado na região administrativa do centro sob a denominação de anel expresso, estendendo-se por 12,7 km. Um segundo anel, com menor capacidade e com extensão de 27,1 km, denominado de anel metropolitano será considerado. Um cálculo aproximado do capital a ser investido na instalação e operação de toda esta infra-estrutura será apresentado em conjunto com o cálculo do retorno considerando-se um modelo simplificado de tarifação.

#### 4.1

##### **Avaliação econômica da região metropolitana do Rio de Janeiro**

Considerando-se o conjunto das informações sócio-econômicas demonstradas pelas Figuras 24, 25 e 26 e pela

Tabela 2, foi verificada a ocorrência de simultânea dos indicadores de concentração do rendimento médio mensal, dos domicílios com microcomputador, do desenvolvimento humano e da arrecadação de ISS (Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza).

Essas observações permitem supor a ocorrência de condições favoráveis para a implementação de uma rede Ethernet Óptica na área compreendida pelo Centro e Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro.

---

<sup>55</sup> Internet Engineering Task Force (IETF). Request for comments 2892 – the Cisco SRP MAC layer protocol. Virginia: The Internet Society. Publicação eletrônica, 2000.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 61 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

Para detalhar melhor a área de atuação, ela estaria composta pelas Regiões Administrativas do Centro, Botafogo (Botafogo, Catete, Cosme Velho, Flamengo, Glória, Humaitá, Laranjeiras, Urca), Copacabana (Copacabana e Leme) e Lagoa (Gávea, Ipanema, Jardim Botânico, Lagoa, Leblon, São Conrado e Vidigal).

Nessa área de atuação pode-se observar que o rendimento médio mensal do responsável pelo domicílio é superior a 20 salários mínimos, com exceção dos bairros de Botafogo e Copacabana que o rendimento médio é superior a 15 salários mínimos (Figura 24).

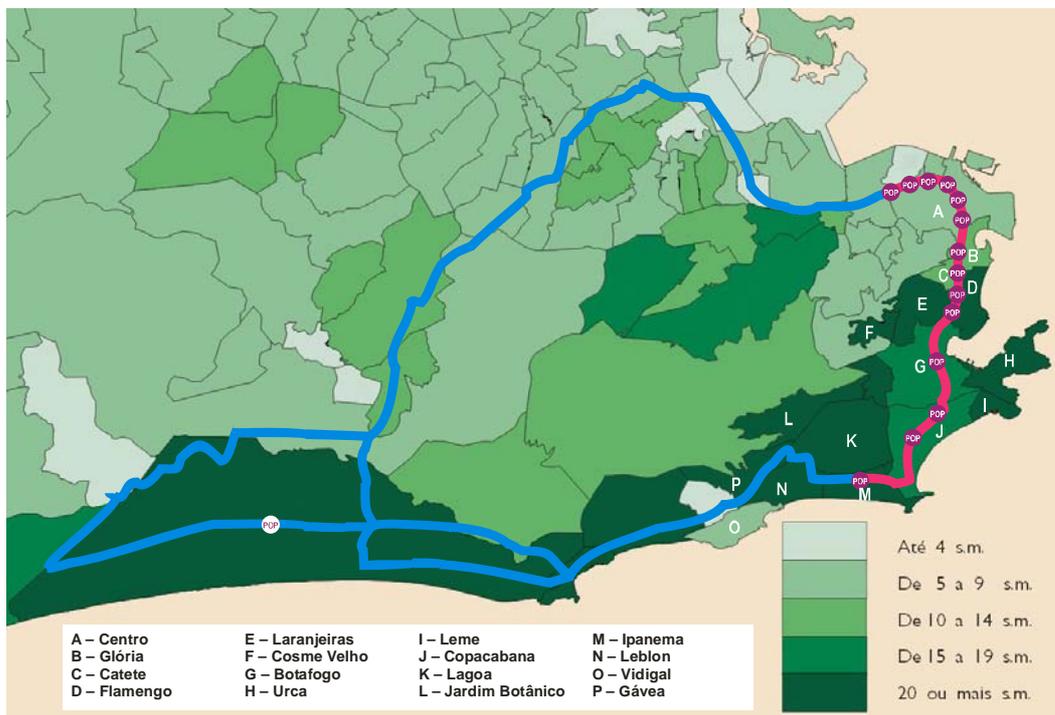


Figura 24: Rendimento Médio Mensal do Responsável pelo Domicílio.

Também destaca-se o altíssimo padrão de desenvolvimento humano da região estudada (Figura 26), índice que leva em consideração a renda, a educação e a longevidade de uma população. A esse índice se associa a uma distribuição demográfica adequada (Figura 25).

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 62 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

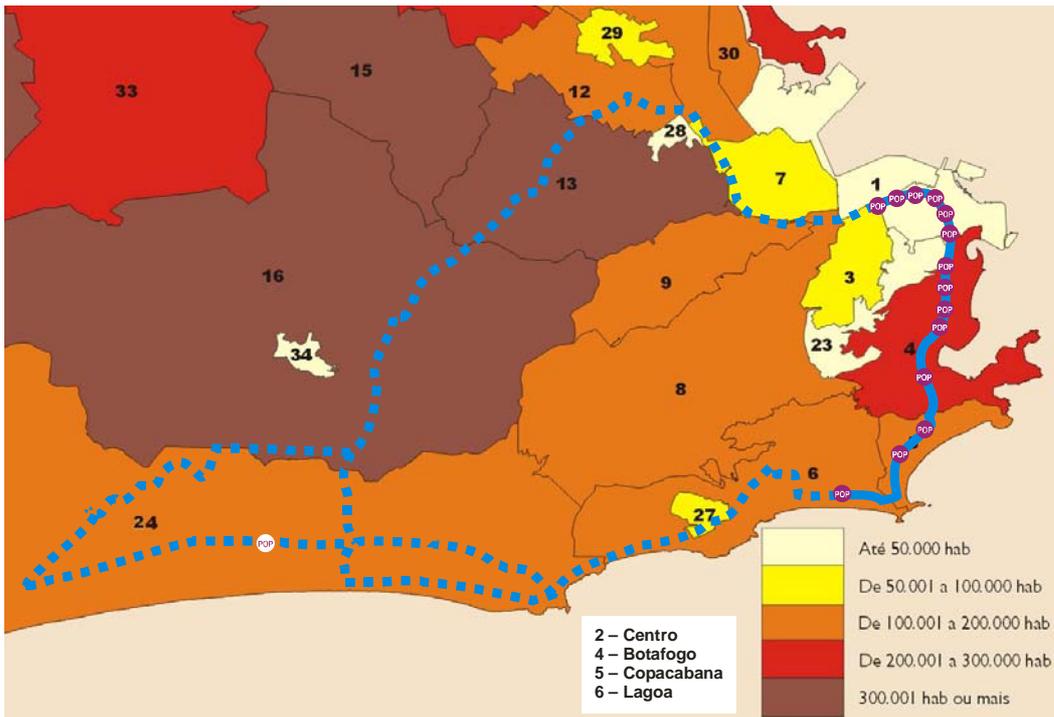


Figura 25: Distribuição de População.

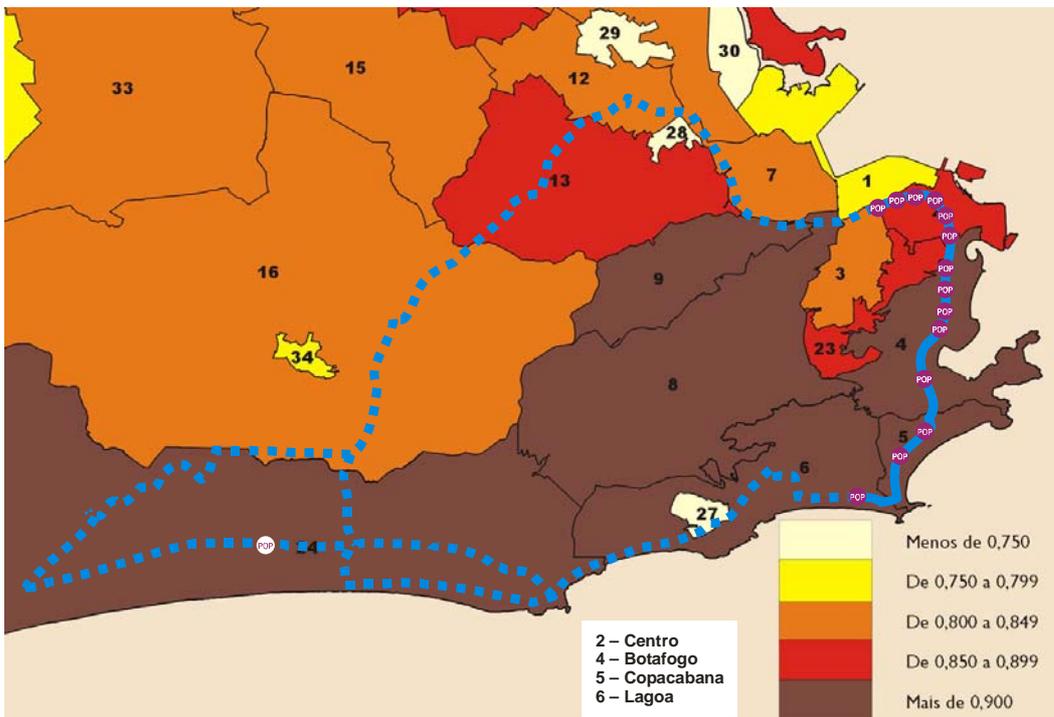


Figura 26: O índice de desenvolvimento humano/geral é a média dos Índices de Desenvolvimento Humano/Renda/Educação/Longevidade.

Outro aspecto relevante que privilegia a área escolhida para a implantação da rede é a proporção de domicílios com a presença de microcomputador. Nos bairros propostos mais de 40% das residências possuem microcomputadores, com



4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210399/CA

Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas	Total	Prestação de serviços	Comércio		Feira livre	Extraativa	Indústria		Agricultura, caça e pesca	Ativ. aux. complementares	Não identificado
			Varejista	Atacadista			Transformação	Extrativa			
<b>1999</b>	<b>744 524 718,80</b>	<b>739 125 238,79</b>	<b>704 651,08</b>	<b>95 217,37</b>	<b>0,00</b>	<b>1 608,17</b>	<b>136 532,71</b>	<b>580,40</b>	<b>541 636,20</b>	<b>3 919 254,08</b>	
<b>Área de Planejamento 1</b>	<b>362 634 109,34</b>	<b>358 478 660,98</b>	<b>628 812,76</b>	<b>31 823,32</b>	<b>0,00</b>	<b>1 608,17</b>	<b>19 358,70</b>	<b>0,00</b>	<b>448 155,07</b>	<b>3 025 690,34</b>	
I Portuária	18 013 472,04	17 977 081,27	3 254,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33 136,36	0,00	
II Centro	280 077 684,97	278 595 182,25	620 977,05	31 190,17	0,00	1 608,17	8 095,61	0,00	321 162,16	499 469,56	
III Rio Comprido	46 007 641,75	43 386 423,93	1 626,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93 502,27	2 526 089,24	
VII São Cristóvão	17 187 822,88	17 174 672,20	1 254,44	633,15	0,00	0,00	11 263,09	0,00	0,00	0,00	
XXI Paqueta	14 175,50	14 175,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
XXIII Santa Teresa	1 333 312,20	1 331 125,83	1 700,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	354,28	131,54	
<b>Área de Planejamento 2</b>	<b>222 695 671,50</b>	<b>221 703 702,28</b>	<b>22 307,03</b>	<b>5 119,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>76 372,48</b>	<b>0,00</b>	<b>36 778,04</b>	<b>851 392,67</b>	
IV Botafogo	105 335 279,31	104 408 792,94	8 577,50	3 635,68	0,00	0,00	51 838,72	0,00	30 919,49	831 514,98	
V Copacabana	20 929 363,93	20 920 343,57	2 663,96	0,00	0,00	0,00	211,61	0,00	4 066,33	2 078,46	
VI Lagoa	59 162 953,97	59 117 196,80	2 609,81	1 483,32	0,00	0,00	24 032,46	0,00	294,98	17 336,60	
VIII Tijuca	20 637 318,49	20 627 991,89	7 439,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 497,24	390,32	
IX Vila Isabel	16 611 526,00	16 610 147,28	1 016,72	0,00	0,00	0,00	289,69	0,00	0,00	72,31	
XXVII Rocinha	19 229,80	19 229,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Área de Planejamento 3</b>	<b>102 582 640,37</b>	<b>102 392 946,49</b>	<b>40 219,55</b>	<b>57 711,91</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>20 459,53</b>	<b>0,00</b>	<b>34 488,57</b>	<b>36 814,32</b>	
X Ramos	15 847 588,80	15 843 275,36	991,34	749,89	0,00	0,00	344,29	0,00	1 959,07	268,85	
XI Penha	12 907 793,26	12 863 566,98	12 596,31	18 357,16	0,00	0,00	12 497,84	0,00	0,00	774,97	
XII Inhatúma	8 431 496,08	8 407 820,25	878,32	850,79	0,00	0,00	0,00	0,00	21 092,17	854,55	
XIII Méier	21 636 194,70	21 632 225,07	3 086,14	0,00	0,00	0,00	58,75	0,00	0,00	824,74	
XIV Irajá	6 004 109,94	6 003 481,90	628,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
XV Madureira	11 657 722,56	11 639 498,06	7 909,77	2 192,66	0,00	0,00	5 872,67	0,00	0,00	2 249,40	
XX Iha do Governador	13 399 789,45	13 363 935,51	4 301,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31 552,28	
XXII Anchieta	1 057 934,84	1 022 083,90	0,00	35 561,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	289,53	
XXV Pavuna	7 077 715,23	7 059 667,86	9 435,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8 612,01	0,00	
XXVIII Jacarezinho	1 022 583,71	1 022 479,51	104,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
XXIX Complexo do Alemão	189 588,68	189 588,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
XXX Maré	3 350 123,12	3 345 323,41	288,41	0,00	0,00	0,00	1 685,98	0,00	2 825,32	0,00	
<b>Área de Planejamento 4</b>	<b>39 332 514,39</b>	<b>39 295 816,61</b>	<b>11 197,16</b>	<b>197,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>120,14</b>	<b>580,40</b>	<b>21 359,27</b>	<b>3 243,30</b>	
XVI Jacarepagua	15 446 866,37	15 439 742,51	3 093,98	197,51	0,00	0,00	120,14	0,00	2 020,68	1 691,55	
XXIV Baira da Tijuca	23 885 648,02	23 856 074,10	8 103,18	0,00	0,00	0,00	0,00	580,40	19 338,59	1 551,75	
<b>Área de Planejamento 5</b>	<b>17 279 783,20</b>	<b>17 254 112,43</b>	<b>2 114,58</b>	<b>365,63</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>20 221,86</b>	<b>0,00</b>	<b>855,25</b>	<b>2 113,45</b>	
XVII Bangu	5 709 608,98	5 707 843,88	426,11	365,63	0,00	0,00	0,00	0,00	855,25	118,11	
XVIII Campo Grande	8 800 780,37	8 794 196,68	1 075,01	0,00	0,00	0,00	3 513,34	0,00	0,00	1 995,34	
XIX Santa Cruz	2 488 434,14	2 471 179,97	545,65	0,00	0,00	0,00	16 708,52	0,00	0,00	0,00	
XXVI Guaratiba	280 959,71	280 891,90	67,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Fonte: Secretaria Municipal de Fazenda - SMF.

Notas:

1 - Valores em R\$, deflacionados pelo Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna - IGP-DI a preços de janeiro de 2000.

2 - A arrecadação de comércio ambulante não foi incluída na tabela por ser nula.

Tabela 2: Arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza - ISS, por subgrupos de atividade, segundo as Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas – 1999

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 65 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

	Rio		Centro		Botafogo		Copacabana		Lagoa		Centro + Botafogo + Copacabana + Lagoa	
	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)
<b>Residenciais</b>	1.283.427	100.047.499	19.386	933.177	100.046	8.575.218	80.420	6.781.756	67.466	8.160.867	267.318	24.451.018
<b>Comércio/Serviços</b>	188.643	36.717.573	54.335	8.868.543	10.878	3.047.328	12.422	1.203.848	10.395	1.368.032	88.030	14.487.751
<b>Industriais</b>	5.763	7.100.055	76	58.188	131	34.738	566	21.814	71	9.858	844	124.598
<b>Territoriais</b>	172.907	208.640.662	1.375	94.414	918	991.682	288	197.201	1.388	3.083.100	3.969	4.366.397
<b>Total</b>	1.650.740	352.505.789	75.172	9.954.322	111.973	12.648.966	93.696	8.204.619	79.320	12.621.857	340.161	43.429.764

Fonte: Instituto Pereira Passos

Tabela 3: Número de unidades e área por tipo de utilização de imóvel

Percentual em Relação às RAs	Rio		Centro		Botafogo		Copacabana		Lagoa		Centro + Botafogo + Copacabana + Lagoa	
	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)
<b>Residenciais</b>	77,75%	28,38%	25,79%	9,37%	89,35%	67,79%	85,83%	82,66%	85,06%	64,66%	74,22%	56,30%
<b>Comércio/Serviços</b>	11,43%	10,42%	72,28%	89,09%	9,71%	24,09%	13,26%	14,67%	13,11%	10,84%	24,44%	33,36%
<b>Industriais</b>	0,35%	2,01%	0,10%	0,58%	0,12%	0,27%	0,60%	0,27%	0,09%	0,08%	0,23%	0,29%
<b>Territoriais</b>	10,47%	59,19%	1,83%	0,95%	0,82%	7,84%	0,31%	2,40%	1,75%	24,43%	1,10%	10,05%
<b>Total</b>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Instituto Pereira Passos

Tabela 4: Relação entre os tipos de utilização dos imóveis e os totais das RAs

Percentual em Relação ao Rio	Rio		Centro		Botafogo		Copacabana		Lagoa		Centro + Botafogo + Copacabana + Lagoa	
	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)	Unidades	Área (m²)
<b>Residenciais</b>	100,00%	100,00%	1,51%	0,93%	7,80%	8,57%	6,27%	6,78%	5,26%	8,16%	20,83%	24,44%
<b>Comércio/Serviços</b>	100,00%	100,00%	28,80%	24,15%	5,77%	8,30%	6,58%	3,28%	5,51%	3,73%	46,66%	39,46%
<b>Industriais</b>	100,00%	100,00%	1,32%	0,82%	2,27%	0,49%	9,82%	0,31%	1,23%	0,14%	14,65%	1,75%
<b>Territoriais</b>	100,00%	100,00%	0,80%	0,05%	0,53%	0,48%	0,17%	0,09%	0,80%	1,48%	2,30%	2,09%
<b>Total</b>	100,00%	100,00%	4,55%	2,82%	6,78%	3,59%	5,68%	2,33%	4,81%	3,58%	21,82%	12,32%

Fonte: Instituto Pereira Passos

Tabela 5: Relação entre os tipos de utilização dos imóveis e os totais da cidade do Rio de Janeiro

Além disso, analisando as tabelas 3, 4 e 5 e as Figuras 28 e 29, pode-se observar que na área do anel proposto situam-se 74,22% de unidades residenciais e 24,44% de unidades comerciais ou prestadoras de serviços, enquanto isso na RA(Região Administrativa) Centro essa distribuição é de 25,79% de unidades residenciais e 72,28% de unidades comerciais ou prestadoras de serviços. Estes percentuais revelam a atratividade especial da RA Centro, caracterizada por distâncias reduzidas.

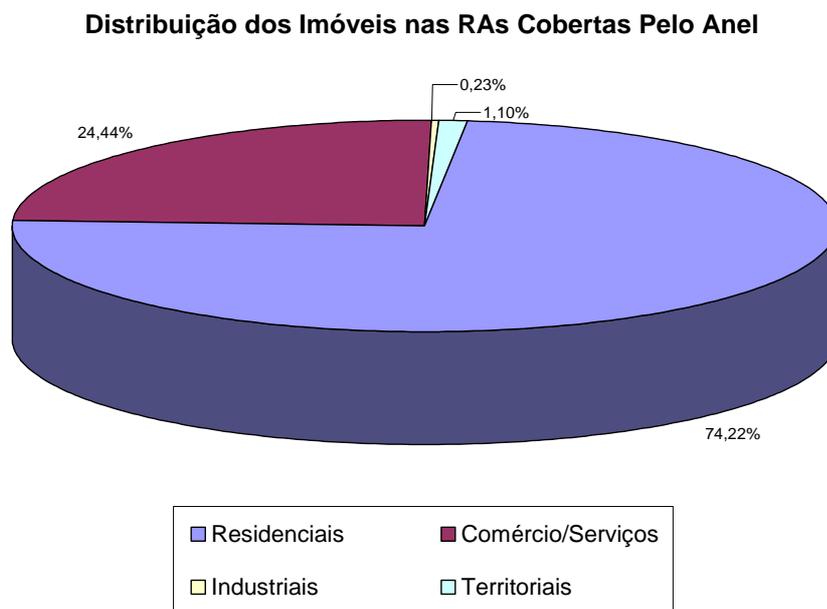


Figura 28: Distribuição, percentual, do tipo de imóveis nas regiões correspondentes as RA Centro, Botafogo, Lagoa, Copacabana.

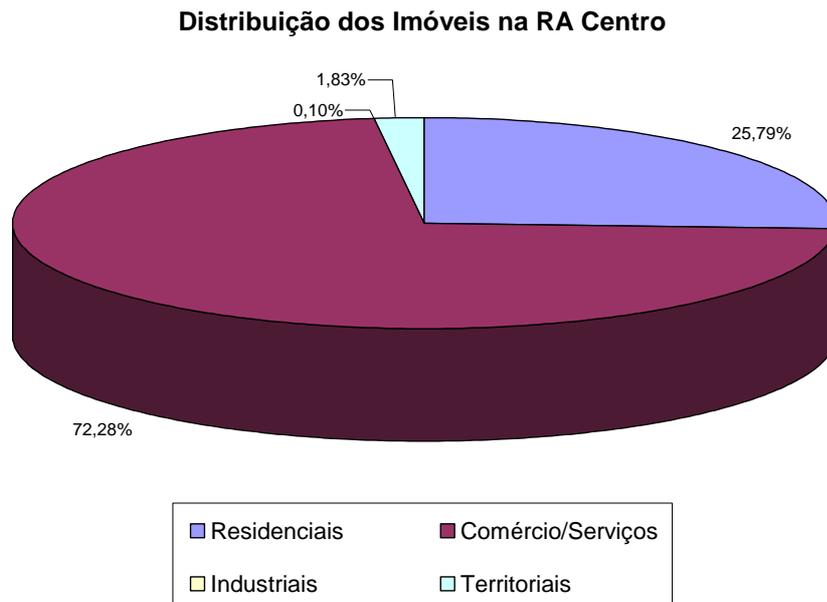


Figura 29: Distribuição, percentual, do tipo de imóveis na região correspondente a RA Centro.

Outro aspecto de grande relevância que ilustra a importância de se concentrar esforços na RA Centro é o percentual de unidades comerciais ou de serviços em relação ao total do Rio de Janeiro. Como se pode ver na Figura 30, concentra-se na RA Centro (que equivale apenas 2,82% da área construída do Rio) 28,8% das unidades comerciais ou prestadoras de serviço do Rio de Janeiro. E como demonstra a Figura 31, na área coberta pelo anel (12,32% da área construída do Rio) esse número sobe para 46,66% dos imóveis comerciais do Rio.

**Relação entre os Imóveis na Área do Anel e no Rio de Janeiro**

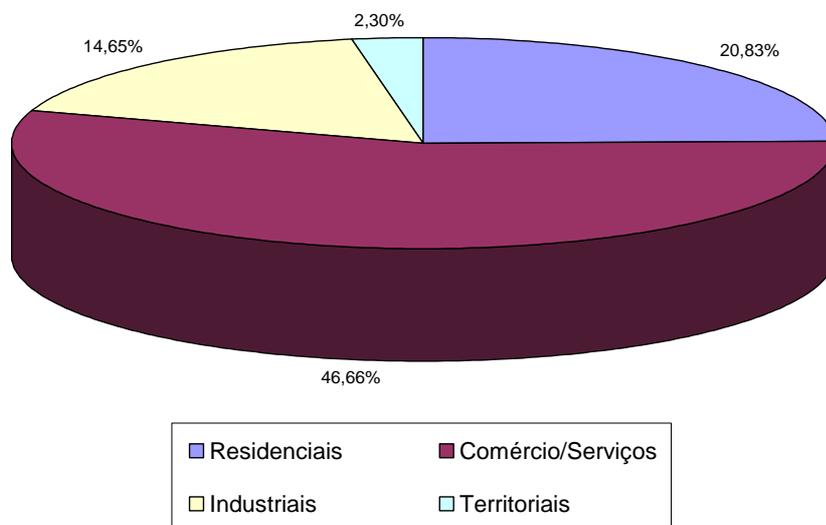


Figura 30: Distribuição, percentual, do tipo de imóveis nas regiões correspondentes as RA Centro, Botafogo, Lagoa, Copacabana em relação à cidade do Rio de Janeiro.

**Relação entre os Imóveis na RA Centro e no Rio de Janeiro**

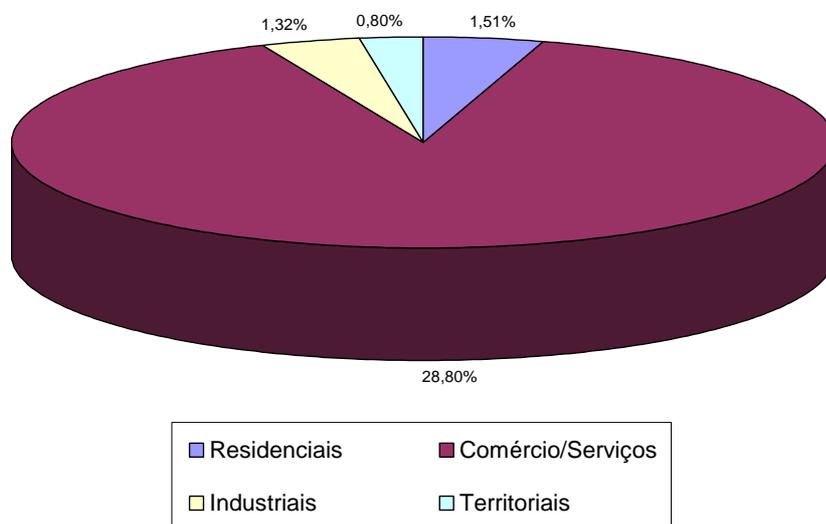


Figura 31: Distribuição, percentual, do tipo de imóveis na região correspondente a RA Centro em relação à cidade do Rio de Janeiro.

Considere então a Figura 32, onde um mapa indicando a infra-estrutura para fibra óptica da cidade do Rio de Janeiro. Pode-se observar que a região onde a execução de serviços é máxima esta situada geograficamente em um anel ótico com 12,7 km caracterizado no presente trabalho como um anel expresso.

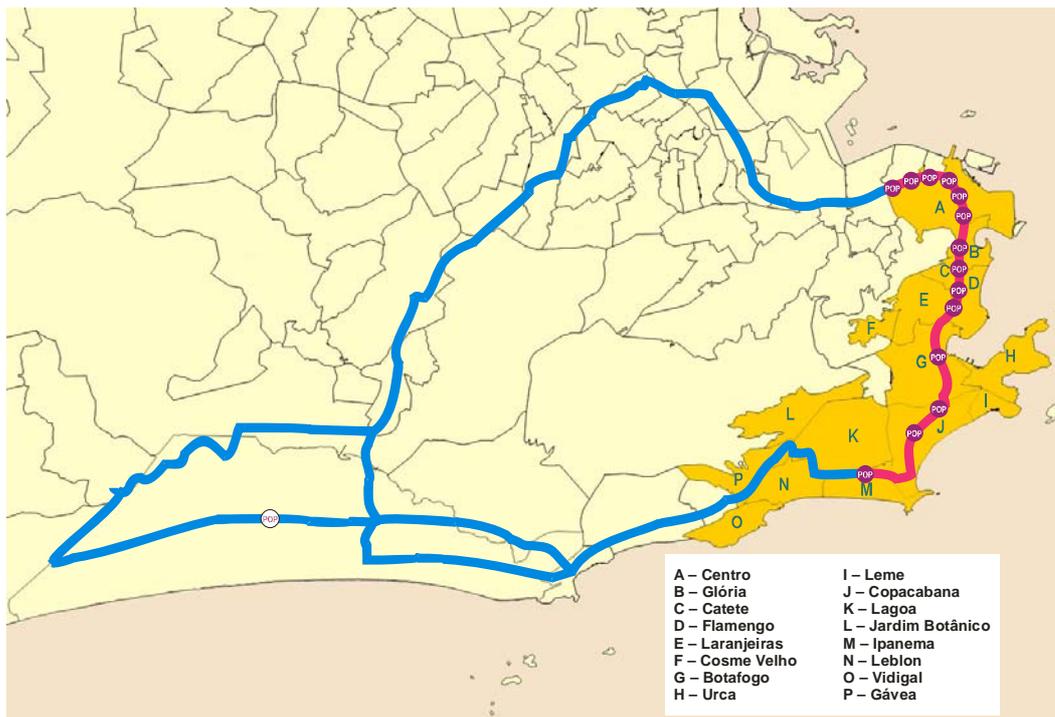


Figura 32: Rede de Fibra Óptica na cidade do Rio de Janeiro.

As observações mencionadas permitem então destacar esta área geográfica e sócio-econômica como oportuna para a introdução de uma nova operadora de serviços de telecomunicações baseada na plataforma Ethernet Óptica descrita anteriormente no capítulo 3.

## 4.2

### **Surgimento de Provedores de Serviço Baseado na tecnologia Ethernet Óptica**

Com o surgimento das primeiras aplicações da Tecnologia Ethernet nas redes metropolitanas e de longa distância um conjunto de avaliações críticas foi elaborado. Indicou-se que esta tecnologia não possuía uma interface apropriada para aplicações de longa distância (WAN), não utilizava um protocolo de roteamento seguro e seria sempre incapaz de atender ao padrão básico de uma operadora tradicional de telecomunicação que preconiza uma disponibilidade de cinco zeros (99,999%) ao longo do ano, correspondentes a 5,3 minutos de ausência.

Entretanto, as deficiências apontadas tinham como principal motivação a amortização de investimentos vultosos que as operadoras tradicionais

direcionaram para configurar as redes ATM/SDH/SONET. A maior parte destas operadoras, presentes no mercado antes dos processos de regulamentação e/ou privatização nos USA, Europa e Brasil, foram denominadas como ILECs (Incumbent Local Exchange Carriers). No mercado Norte Americano, principalmente, nos anos de 97, 98 e 99, surgiu um novo conjunto de operadoras de Telecomunicação denominadas de CLECs<sup>56</sup> (Competitive Local Exchange Carriers).

Estas operadoras surgiram associadas à desregulamentação do setor e focalizaram seus negócios em áreas Metropolitanas de grande porte e porte médio (USA). Paralelamente, surgiram novos participantes do mercado caracterizados pelo tipo de prestação de serviço (SANs, Webhosts, ASPs, etc.). Os operadores de serviços Internet (ISP: Internet Service Providers) intensificaram sua atuação incluindo serviços de voz.

Como resultado deste processo, destacam-se as operadoras com tecnologias e modelo de negócios associados dedicados a aplicações específicas tais com as BLECs, (Building Local Exchange Carriers), dedicadas a construção de infraestrutura óptica estruturada e fornecimento de capacidade em prédios de grande porte, as OLECs (Optical Local Exchange Carriers), dedicadas ao fornecimento de infra-estrutura de fibra óptica em regiões Metropolitana incluindo as opções de *leasing* e principalmente as ELECs. (Ethernet Local Exchange Carriers)

As ELECs destacam-se por oferecerem serviços inteiramente baseados na tecnologia Ethernet<sup>57</sup>.

Pode então ser observado que as possibilidades oferecidas pelas soluções Ethernet, aliadas ao perfil de renda, fornecimento de serviço, índice de qualidade vida apresentados na Figura 26 evidenciam que uma operadora Ethernet pura o constituiria uma excepcional oportunidade de negócios na região metropolitana do Rio de Janeiro e será apresentado a seguir.

---

<sup>56</sup>BEDELL, Paul. **Gigabit Ethernet for metro area network**, The McGraw-Hill Companies, Inc., 2003, ISBN 0-07-139389-7, pp. 131-134.

<sup>57</sup>CLAVENNA, Scott. "Metro Optical Ethernet", Lightreading. Publicação eletrônica, 2000 (13/11/2000), pp. 8.

### 4.3

## Configuração de um Provedor de Serviços Ethernet

### 4.3.1

#### SLA<sup>58</sup> e infra-estrutura

A crescente utilização de serviços de armazenamento de dados, Internet rápida, vídeo conferencia, voz sobre IP e etc entre sedes e filiais poderia ser dramaticamente intensificado caso seus custos fossem atraentes para a classe de pequenos empresários. Para oferecer estes serviços com um nível de qualidade capaz de atender os usuários corporativos foram utilizados padrões similares aos oferecidos pelas ELECs que operam no mercado internacional desde o ano 2000, isto é:

- Banda Passante: 20 Mbps garantidos com taxas de acesso de 100 Mbps e 2 Mbps garantidos com taxa de acesso de 10 Mbps.
- Oversubscription: Inferior a 20, permitindo aos usuários utilizarem a taxa máxima na maior parte do tempo de utilização.
- Retardo / Latência: Inferior a 50 milisegundos, padrão utilizado por várias operadoras Etherlecs. Esta performance seria facilmente obtida pelas características do anel expresso (12,7 km), pelo anel metropolitano (27,1 km) e pela conexão Rio-São Paulo.
- *Jitter*: Inferior a 3 milisegundos quando são consideradas as variações de tempo de chegada dos pacotes provenientes de diferentes rotas. Em termos de sincronização da tecnologia Ethernet, 100 PPMs.
- Taxa de pacotes perdidos: Inferior a (0,1%)
- Disponibilidade da rede: 99,9%
- Tempo de recuperação de falhas: Inferior a dez minutos.

Selecionou-se então uma topologia física que instalasse seus pontos de presença nas estações do Metro-Rio sempre que possível e otimizasse sua infra-estrutura na área geográfica correspondente a 2,88 por cento da área total do Rio de Janeiro localizada no centro. Esta topologia física, já introduzida anteriormente

---

<sup>58</sup>Cogent Communications, Inc. Network Services SLA North America Cogent. Publicação eletrônica, June 2004.

#### 4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 72 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

caracteriza o anel expresso de rede. Os custos associados à instalação e operação da infra-estrutura seriam fortemente reduzidos.

A Figura 33 ilustra então estes pontos de presença conectados através do anel expresso com dimensões reduzidas e o anel metropolitano do Rio de Janeiro.

Para maior flexibilidade e operação comercial mais ampla, esta rede terá duas saídas, uma para região administrativa da barra e outra para o anel metropolitano de São Paulo.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 73 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

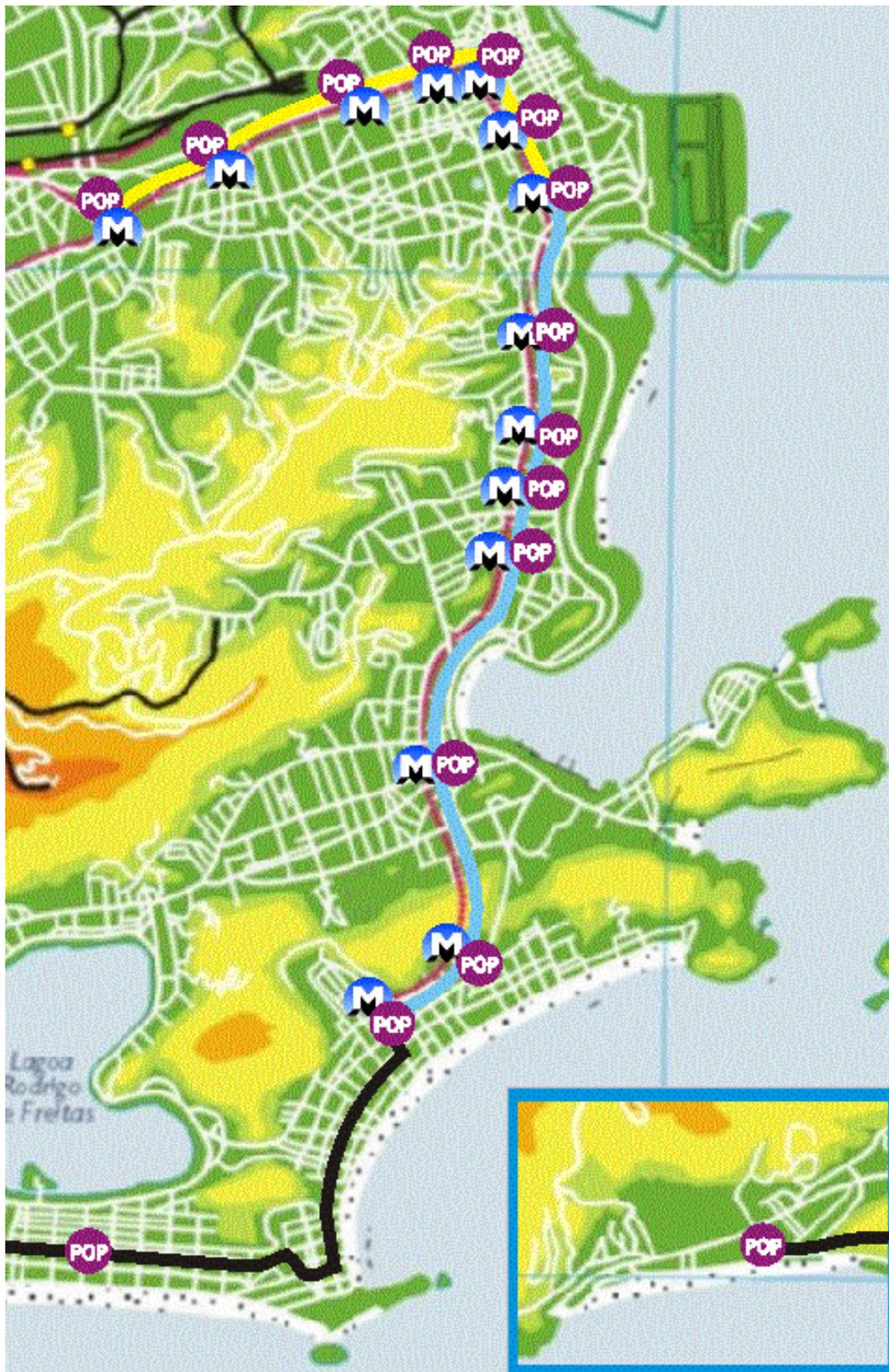


Figura 33: Rede de Fibra Óptica proposta.

### 4.3.2

## Descrição dos Pontos de Presença e investimentos de capital em equipamentos

### 4.3.2.1

#### Detalhamento do Anel Expresso

Verifica-se através da topologia que nesta infra-estrutura poderiam ser utilizados sete pontos de presença. Considere-se um total inicial de 2.100 clientes, resultando em 300 clientes por ponto. Pode ser observado mais uma vez que 28,8 por cento das unidades comerciais do Rio de Janeiro localizam-se na Região Administrativa Centro. A partir destas estimativas torna-se possível propor-se uma configuração de agregação de tráfego nestes POPs.

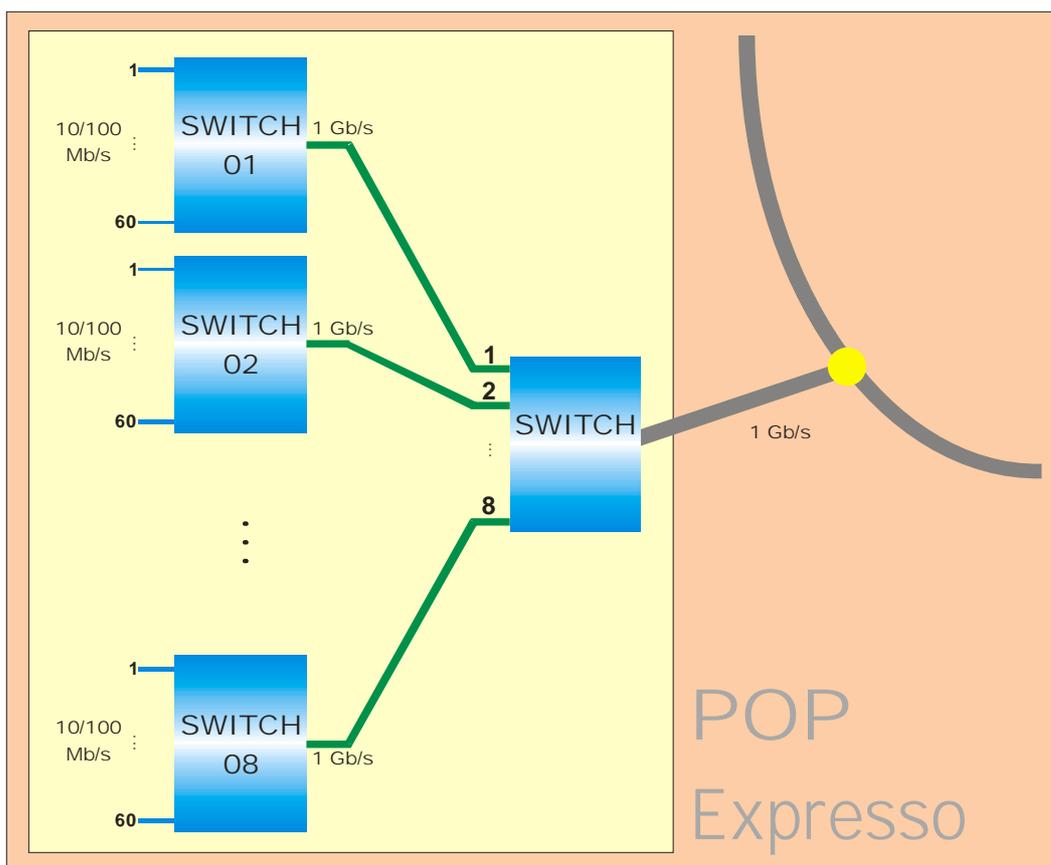


Figura 34: Configuração do POP do anel expresso. Os trechos em fibra multimodo localizados entre as premissas dos assinantes e o primeiro switch de agregação e entre este último e o POP expresso possuem um comprimento médio de 200 metros.

#### 4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 75 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

Oito *switches* com sessenta entradas cada permitiriam a conexão ao POP de até 480 assinantes, cada *switch* possui uma saída operando na taxa de 1 Gbps. As oito saídas de 1 Gbps são agregadas através de um *switch* 8x1, onde todas as portas operam em 1 Gbps.

Considere que cada assinante possui uma garantia de tráfego de 2 Mbps. Considere-se também que entre as 480 placas de entrada, 70% operam na taxa de 10 Mbps e 30% operam na taxa de 100 Mbps.

A capacidade associada às taxas de linha destas entradas corresponderia então a:

- 70% de 480 entradas de 10 Mbps  $\Rightarrow 336 \times 10 \text{ Mbps} = 3,336 \text{ Gbps}$
- 30% de 480 entradas de 100 Mbps  $\Rightarrow 144 \times 100 \text{ Mbps} = 14,4 \text{ Gbps}$

Isto é, uma capacidade total de 17,736 Gbps. Como a porta de saída do *switch* que agrega este tráfego é de 1 Gbps, verifica-se uma *oversubscription* inferior a 18, valor extremamente conveniente para aplicações de Internet, dados, vídeo voz/IP etc. Nestas condições, a operadora poderia garantir com facilidade uma taxa mínima de 20 Mbps para assinantes com taxa de linha de 100 Mbps e uma taxa mínima 2 Mbps para assinantes com taxas de linha de 10 Mbps.

Cada POP local configurado segundo a Figura 34 agrega um tráfego de 1 Gbps a uma única portadora óptica. Um trecho de fibra multimodo conduz este tráfego a uma das portas de um *switch* situado no POP do anel expresso. Constituído por 08 portas de 1 Gbps em sua entrada e oito portas de 1 Gbps em sua saída, de acordo com a Figura 35. As portas elétricas recebem e entregam o tráfego a transmissores e receptores óticos CWDM. A implementação de soluções de dois canais de 1 Gbps sobre uma única portadora óptica foi evitada para a obtenção de simplicidade na etapa inicial de operação e escalabilidade futura.

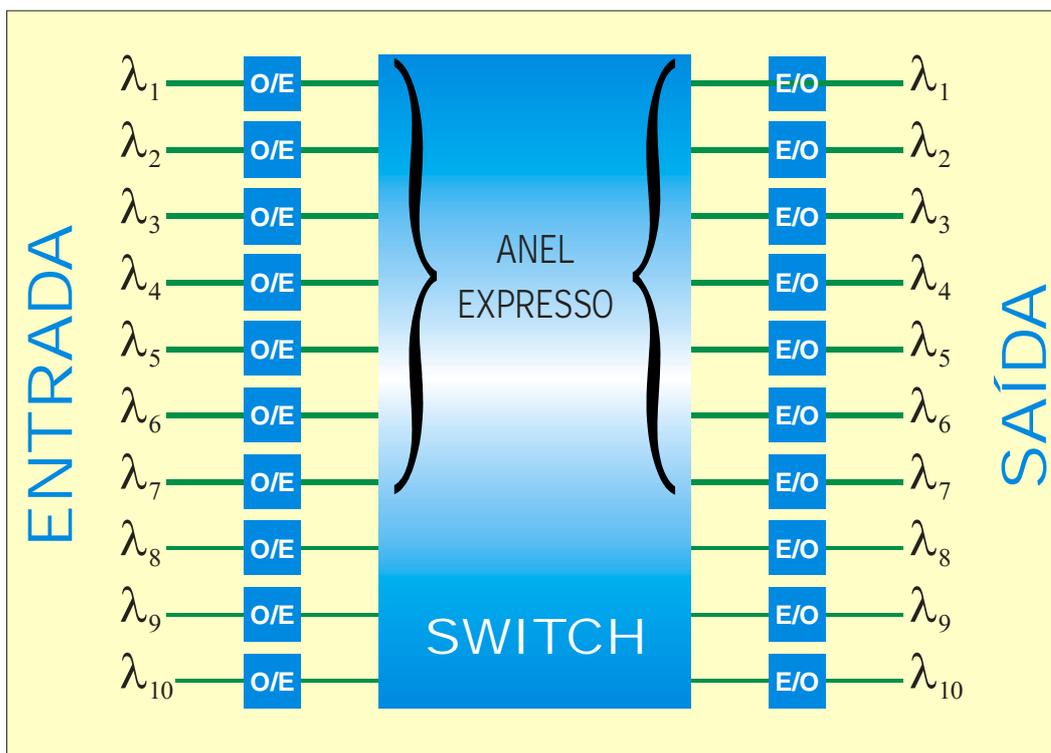


Figura 35: *Switch* de agregação situado no POP expresso. Embora apenas 08 portas serão utilizadas, avaliou-se o custo deste elemento de rede considerando-se 10 portas.

#### 4.3.2.2

#### Investimento de Capital em equipamentos do anel expresso

Considerando-se as figuras 34 e 35 e os sete pontos de presença propostos, o custo dos equipamentos do anel metropolitano pode ser apresentado na Tabela 6.

Quant.	Descrição	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
8	switches c/ 60 portas 10/100 Mbps e 1 porta 1 Gbps	6.000	48.000
1	switch c/ 9 portas 1 Gbps	16.000	16.000
1	switch de agregação c/ 10 portas 1 Gbps	64.000	64.000
<b>Total por POP</b>			<b>128.000</b>
<b>Total do Anel Expresso</b>		<b>128.000 x 7 POPs</b>	<b>896.000</b>

Tabela 6: Custo dos equipamentos no anel expresso.

Considerando-se os trechos de fibra óptica instalados entre os *switches* situados nas premissas dos assinantes e o primeiro *switch* de agregação e o trecho

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 77 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

entre este e o *switch* situado no POP externo ilustrados na figura 34 obtém-se a Tabela 7.

<b>Anel Expresso</b>			
Distância (Metro)	Especificação	Quant.	Total (Metro)
200	Acesso final	8	1.600
200	Acesso Intermediário	---	200
<b>Total</b>			1.800
<b>Custo / Metro (R\$)</b>	140,00	$140,00 \times 1.800 =$	<b>R\$ 252.000,00</b>
<b>Nº Pontos</b>	7	$7 \times \text{R\$ } 252.000,00 =$	<b>R\$ 1.764.000,00</b>

Tabela 7: Custo de construção da infra-estrutura de fibras entre as premissas dos assinantes até o primeiro *switch* de agregação e entre este e o POP expresso, considerando os 07 POPs e o custo de R\$ 140,00 / Metro<sup>59</sup>.

#### 4.3.2.3

#### Detalhamento do Anel Metropolitano

O anel Metropolitano possui 9 pontos de presença distribuídos de acordo com o mapa da Figura. Será disponibilizado acesso para 240 assinantes por POP, configurados segundo a Figura 36.

---

<sup>59</sup>GAROFALO, Carlos A. **Novas Soluções de Redes e Serviços de Entretenimento de Última Geração**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 78 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

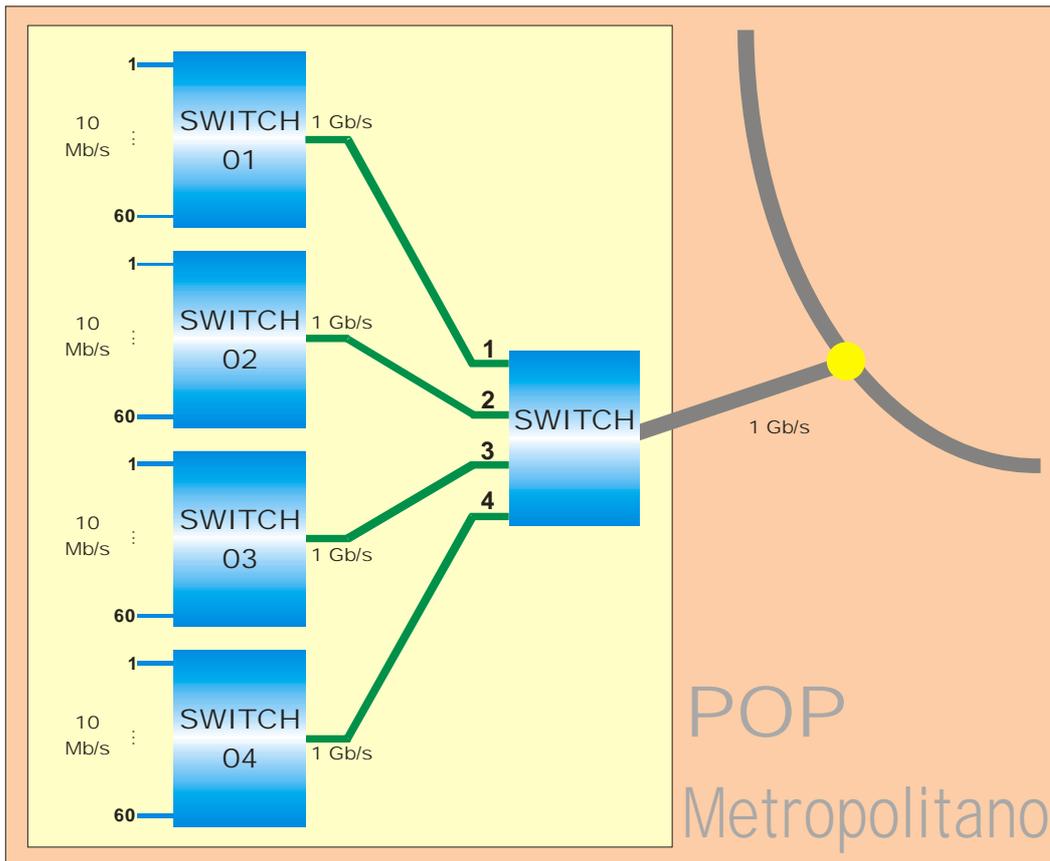


Figura 36: Configuração do POP do anel Metropolitano. Os trechos em fibra multimodo localizados entre as premissas dos assinantes e o primeiro *switch* de agregação e entre este último e o POP metropolitano possuem um comprimento médio de 200 metros.

Este trecho utilizará somente uma portadora óptica e o *switch* de agregação de tráfego ao anel em cada POP esta indicado na Figura 37.

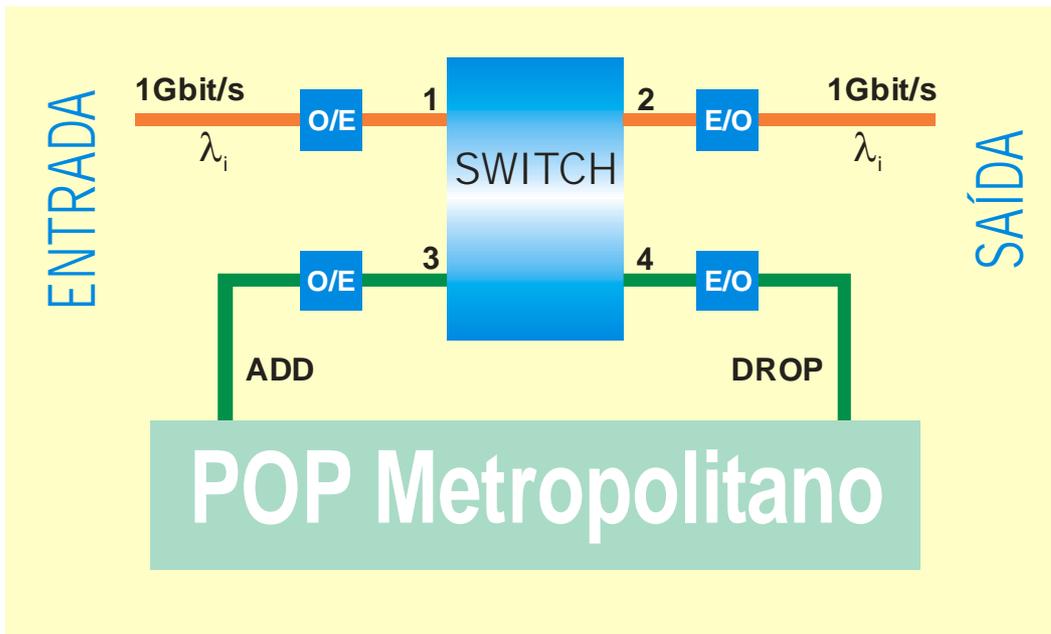


Figura 37: Switch de agregação do anel Metropolitano.

Neste trecho, os assinantes deverão utilizar conexões de 10 Mbps. O tráfego total associado aos POPs seria de 19,20 Gbps, ou seja, 8 POPs com 240 portas cada, totalizando 1.920 assinantes com uma banda de 10Mbps cada um.

Uma taxa de *oversubscription* de 1/20 será obtida dado que apenas uma portadora óptica de 1 Gbps esta sendo disponibilizada. A garantia de Tráfego por assinante seria de 500 kbps.

#### 4.3.2.4

#### Investimento de capital em equipamentos do anel Metropolitano

Considerando-se a Figura 36 e a Figura 37 e os oito pontos de presença propostos, o custo dos equipamentos do anel metropolitano pode ser apresentado na Tabela 8.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 80 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

Quant.	Descrição	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
4	switches c/ 60 portas 10/100 Mbps e 1 porta 1 Gbps	6.000	24.000
1	switch c/ 5 portas 1 Gbps	8.000	8.000
1	switch de agregação c/ 4 portas 1 Gbps	8.000	8.000
<b>Total por POP</b>			<b>40.000</b>
<b>Total do Anel Metropolitano</b>		<b>40.000 x 8 POPs</b>	<b>320.000</b>

Tabela 8: Custo dos equipamentos no anel metropolitano.

Considerando-se os trechos de fibra óptica instalados entre os *switches* situados nas premissas dos assinantes e o primeiro switch de agregação e o trecho entre este e o switch situado no POP externo ilustrados na figura 36 obtém-se a Tabela 9.

<b>Anel Metro</b>			
Distância (Metro)	Especificação		Total (Metro)
200	Acesso final		4
200	Acesso Intermediário		---
<b>Total</b>			<b>1.000</b>
<b>Custo / Metro (R\$)</b>	140,00	140,00 X 1.000 =	<b>R\$ 140.000,00</b>
<b>Nº Pontos</b>	9	9 X R\$ 40.000,00 =	<b>R\$ 1.260.000,00</b>

Tabela 9: Custo de construção da infra-estrutura de fibras entre as premissas dos assinantes até o primeiro switch de agregação e entre este e o POP metropolitano, considerando os 08 POPs, o POP externo e o custo de R\$ 140,00 / Metro<sup>60</sup>.

<sup>60</sup>GAROFALO, Carlos A. **Novas Soluções de Redes e Serviços de Entretenimento de Última Geração**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 81 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

#### **4.3.2.5**

### **Investimento de Capital para possibilitar acesso na região da Barra da Tijuca**

O anel Metropolitano possuirá um *switch* de extremidade no início da Barra de Tijuca indicando pelo POP 16. Um par de comprimentos de onda ópticos deste POP até o POP 7 da entrada do anel expresso será provisionado.

Deve-se então apenas considerar-se como investimento de capital um *switch* de agregação com 16 portas 10/100 Mbps e 1 porta 1 Gbps, avaliado em R\$ 24.000,00.

#### **4.3.2.6**

### **Investimento de Capital para Possibilitar acesso a Cidade de São Paulo**

No POP 1, o *switch* de agregação terá uma de suas saídas dedicada a uma conexão 1 Gbps até São Paulo. Este *switch* utilizará uma das entradas para receber o tráfego proveniente da cidade de São Paulo.

Um *switch* de extremidade contendo 16 portas 10/100 Mbps e uma porta de saída de 1 Gbps será instalado em São Paulo, avaliado em R\$ 24.000,00.

#### 4.3.2.7

### Resumo dos Investimentos de Capital<sup>61</sup>

Descrição	Valor Total (R\$)
Em equipamentos do Anel Expresso	896.000
Em equipamentos do Anel Metropolitano	320.000
Switch de acesso à região da Barra da Tijuca	24.000
Switch de acesso a Cidade de São Paulo	24.000
<b>Total de Investimentos em Equipamentos</b>	<b>1.264.000</b>
<b>Depreciação de 50% a.a.</b>	<b>632.000</b>
Infra-estrutura de fibras dedicada ao acesso local do Anel Expresso	1.764.000
Infra-estrutura de fibras dedicada ao acesso local do anel Metropolitano	1.260.000
<b>Total de Investimentos em Acesso</b>	<b>3.024.000</b>
<b>Depreciação de 10% a.a.</b>	<b>302.400</b>
<b>Total de Investimento de Capital</b>	<b>4.288.000,00</b>

Tabela 10: Resumo dos investimentos em equipamentos, infra-estrutura de fibras para acesso local e depreciação.

#### 4.3.3

### Investimento / aluguel em Infra-Estrutura

Podem ser destacadas as seguintes infra-estruturas:

- Anel expresso com 12,7 km com um par de fibras apagadas;
- Anel Metropolitano com 27,1 km com dois  $\lambda$ s;
- Acesso a Cidade de São Paulo com dois canais de 1 Gbps;
- Hospedagem da infra-estrutura do anel expresso;
- Hospedagem da infra-estrutura do anel Metropolitano;
- Hospedagem do *switch* em São Paulo.

---

<sup>61</sup>Cisco Systems e 3Com Systems. Informações cedidas entre março e novembro de 2004.

#### **4.3.3.1**

##### **Avaliação do custo de fibras na região do anel expresso**

O perímetro total do anel expresso pode ser obtido através da Figura 33 e resulta em um total de 12,7 km.

Considerando-se alguns negócios envolvendo aluguel de infra-estrutura de na área central do Rio de Janeiro, pode-se estimar que a utilização de uma única fibra ao longo de todo o anel apresentara um custo de R\$ 240.000,00 por ano. Este custo excede de forma significativa os custos médios internacionais<sup>62</sup> que remontam ao valor de R\$ 18,00 por metro de fibra por ano, isto é, R\$ 1.800,00 por km por ano.

#### **4.3.3.2**

##### **Anel Metropolitano com 27,1 km**

Ao longo deste trecho serão utilizados dois comprimentos de onda óptica operando na taxa de 1 Gbps. O preço médio do aluguel de cada  $\lambda$  em regiões metropolitanas de cidades dos USA e Europa varia entre US\$ 5.000 e US\$ 7.000 por mês<sup>63</sup>. Será considerado então o valor de US\$ 7.000 por cada  $\lambda$ . Usando-se 2  $\lambda$ s, com um custo de US\$ 14.000 / mês ou R\$ 42.000 (considerando-se uma taxa de conversão de US\$ 1 / R\$ 3), totalizaria R\$ 504.000 ao ano.

#### **4.3.3.3**

##### **Aluguel de dois canais de 1 Gbps entre as Cidades do Rio de Janeiro e São Paulo**

O valor médio típico deste aluguel entre regiões Metropolitanas Europeias e Norte Americanas situa-se em torno de US\$ 15.000.00, isto é, R\$ 45.000.00.00, por mês. O preço indicado é resultante de uma acentuada redução em relação a anos anteriores devido à quantidade de fibras instaladas ser muito superior a

---

<sup>62</sup>New Paradigm Resources Group, Inc. White paper: "Dark Fiber: Means to a Network". Publicação eletrônica, February 2002, pp. 8.

<sup>63</sup>PHÉLIPPEAU, Jean Marc. White paper: "New network solutions, new business opportunities for Alternative Service Providers". Cisco Systems. Publicação eletrônica, April 2002, pp. 18.

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 84 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

demanda. Atualmente apenas 3% da infra-estrutura disponível nas conexões interurbanas norte americanas<sup>64</sup> estão sendo utilizadas tornando seu custo inferior aos cobrados em regiões metropolitana<sup>65</sup>. A conexão Rio-São Paulo terá então um custo anual de R\$  $(2 \times 45.000,00) \times 12 =$  R\$ 1.080,00.

#### **4.3.3.4**

##### **Hospedagem da infra-estrutura do Anel Expresso e Metropolitano**

Considere-se 8 POPs no Anel expresso a 9 POPs no anel Metropolitano. Os bastidores dos *switches* Ethernet são reduzidos. O custo de locação destes espaços, incluindo energia elétrica e ar condicionado com redundância, está avaliado em R\$ 2.000,00/mês, o que, considerando-se os 17 POPs, totalizaria R\$ 34.000,00/mês ou R\$ 408.000,00/ano. Embora estes custos tenham sido avaliados por referências<sup>66</sup> disponibilizadas na literatura, algumas consultas particulares foram realizadas para a obtenção do valor utilizado. A área física necessária para cada POP foi avaliada em 5 metros quadrados.

#### **4.3.3.5**

##### **Hospedagem em São Paulo**

Será considerado o valor de R\$ 2.000/mês para a hospedagem do equipamento em São Paulo incluindo energia elétrica segura, ar condicionado redundante e segurança. Custo anual seria de R\$ 24.000.

#### **4.3.3.6**

##### **Aluguel da Sede Operacional**

Consideremos R\$ 10.000/mês, R\$ 120.000,00/ano como custo da sede operacional que acomodará a equipe de funcionários.

---

<sup>64</sup>KOYAL, Jason. "Most Intercity Bandwidth Still Unlit", Telegeography update. Publicação eletrônica, 2005. Acessado em 20 de abril de 2005.

<sup>65</sup>KOVAL, Jason. "Metro fiber prices exceed long-haul", Telegeography update. Publicação eletrônica, 2005. Acessado em 26 de janeiro de 2005.

<sup>66</sup>TeleGeography Free Resources. **Colocation 2004 Executive Summary.**

4 Avaliação econômica de capital a ser investido, custo operacional, retorno do 85 capital de uma rede na região metropolitana do Rio de Janeiro

O investimento total em infra-estrutura será então como mostrado na Tabela 11.

Quant.	Descrição	Valor (R\$)
12,7	km com um par de fibras para o Anel Expresso	240.000
27,1	km com dois λs para o Anel Metropolitano	504.000
2	Canais p/ São Paulo	1.080.000
17	Hospedagem dos POPs	408.000
1	Hospedagem em São Paulo	24.000
1	Sede operacional	120.000
<b>Total Anual</b>		<b>2.376.000</b>

Tabela 11: Investimento total em infra-estrutura – sede operacional.

#### 4.3.4

#### Investimento de Capital em Manutenção e Operação

Devido às facilidades descritas e detalhadas da plataforma Ethernet óptica, a rede apresentada poderá ser mantida por dois engenheiros e quatro técnicos.

Pode-se então indicar os valores da Tabela 12.

Quant.	Descrição	Valor anual (R\$)	Valor Total (R\$)
3	Engenheiros	80.000	240.000
6	Técnicos	50.000	300.000
Equipamentos Auxiliares			
Material Permanente, Consumo e Serviços de Terceiros		180.000	180.000
Manutenção e operação em São Paulo		120.000	120.000
<b>Total Anual</b>			<b>840.000</b>

Tabela 12: Investimento de capital em manutenção e operação.

#### 4.3.5

#### Investimento de Capital em Gerenciamento de Telecomunicação

Esta etapa inclui os serviços de gerenciamento, instalação e manutenção das ferramentas computacionais. Além desta funcionalidade, podem ser destacados o provisionamento de serviços, a monitoração de QoS da rede, a tarifação, o atendimento ao cliente etc. Mais uma vez deve ser destacado a simplicidade e redução de custo associados às soluções Ethernet. Resulta então que todas estas tarefas utilizarão dois engenheiros de rede, dois engenheiros para área comercial, dez agentes de *Call Center*, dois auxiliares de serviços gerais, dois administradores para monitoração econômica e gestão de negócio. Incluindo-se salários diretos e indiretos resulta então a Tabela 13.

Quant.	Descrição	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
2	Engenheiros de Rede	80.000	160.000
2	Engenheiros Comerciais	80.000	160.000
10	Agente de Call Center	30.000	300.000
2	Auxiliares Serviços Gerais	15.000	30.000
2	Administradores	80.000	160.000
<b>Total Anual</b>			<b>810.000</b>

Tabela 13: Investimento de capital em gerenciamento de telecomunicação.

#### 4.3.6

#### Investimento Total

Descrição	Valor Anual (R\$)
Investimento de Capital	4.288.000
Investimento de Infra-estrutura	2.376.000
Investimento em Manutenção e Operação	840.000
Investimento em Gerenciamento de Telecomunicação	810.000
Depreciação	934.400
<b>Total Anual</b>	<b>9.248.400</b>

Tabela 14: Investimento total.



Resultaria então um retorno mensal apenas dos anéis expresso e Metropolitano atingindo o valor de:

Faturamento bruto do anel expresso	R\$ 1.440.000,00/mês
Faturamento bruto do anel Metropolitano	R\$ 480.000,00/mês
<b>Faturamento bruto total</b>	<b>R\$ 1.920.000,00/mês</b>

Observa-se que um conjunto amplo de serviços envolvendo conexões com a Barra da Tijuca e conexões com São Paulo, introduzidos no geral não foram avaliadas em termos de faturamento. Verifica-se então que apenas as redes Metropolitanas possibilitariam um retorno suficiente para amortizar os custos totais do primeiro ano em menos de 05 meses.

#### 4.4.3

#### Comentários e conclusões do Capítulo

A partir de mapas e informações sócio-econômicos da região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro foi proposta uma rede constituída por um anel Metropolitano com 27,1 km e um anel expresso na Região Administrativa Centro com 12,7 km. Um cálculo aproximado dos custos envolvendo a instalações de equipamentos, operação, manutenção, gerenciamento, hospedagem, etc foi apresentado.

Foi verificado que, utilizando-se tarifas fixas com preços por Megabit por segundo, significativamente inferiores aos praticados pelas operadoras telefônicas, um retorno do investimento pode ser obtido em prazo inferior a um ano.