

RELATÓRIO FINAL DE PROJECTO

Soluções de Banda Larga para Zonas Periféricas e Rurais

AUTORES

**Joana Maria da Conceição Tavares
José Carlos da Silva Couto**

ORIENTADOR

Prof. Doutor A. Manuel de Oliveira Duarte



**Departamento de Electrónica e Telecomunicações
Universidade de Aveiro
Julho de 2004**

Agradecimentos (I)

Queria no culminar desta grande etapa da minha vida agradecer a algumas pessoas que me ajudaram, de uma forma ou de outra, a chegar até aqui. Obrigado pelo apoio, amizade e sobretudo por acreditarem em mim.

Gostaria de agradecer ao Professor Oliveira Duarte, meu orientador de projecto, pelo incentivo e motivação ao longo do ano.

Ao meu grande amigo e colega de projecto, José Carlos (Zézé), pelo companheirismo e boa disposição ao longo deste trabalho. Amigo, obrigado por tudo, sem ti teria sido tudo mais difícil.

A todos os membros do Grupo de Sistemas de Banda Larga, mas em especial ao João Rocha e ao Zé Pedro, que estiveram sempre disponíveis para ajudar.

Aos colegas de trabalho, Alexandre e Garrinhas, pelo bom ambiente e pela entreaduda ao longo do ano.

Gostaria de agradecer de um modo especial ao Luís Pedro “Danone”, à Pipa e ao meu priminho Pedro. Obrigado por estarem sempre presentes.

A todos os meus outros amigos: à Sofia Simões, ao Rui, à Beta, ao Huguito, ao Dario, ao Ramiro, ao Sobrinho, ao Inglês, à Tita, e a todos os outros que neste momento me posso ter esquecido (desculpem!).

A toda a minha família que esteve sempre ao meu lado.

Quero dedicar este relatório em especial ao meu Pai, mas também à minha irmã, ao meu irmão e ao meu cunhadinho, foram eles que nos momentos menos bons me animaram, e foram também eles que sorriram quando eu sorri!

Muito obrigado a todos. Adoro-vos!

Joana Tavares

Agradecimentos (II)

Jamais alguma obra foi elaborada sem que o autor tivesse a ajuda, o apoio de alguém ou de algo, como por exemplo a fé ou o amor. E como tal de um modo muito sucinto venho por este meio agradecer aquelas pessoas que de um modo ou de outro me ajudaram a concluir este documento e esta enorme batalha da minha vida, que foi acabar o curso.

Queria agradecer ao professor Duarte, por todo o incentivo e motivação dada ao longo deste projecto.

Ao pessoal do GSBL em geral, por todo o apoio, incentivo e pelo magnífico ambiente que criaram connosco. Dentro do GSBL um agradecimento especial para o João e para o Zé Pedro por toda a paciência, apoio e dedicação que demonstraram cada vez que solicitados.

Ao Alexandre e ao Garrinhas foram uns óptimos colegas de trabalho e espero que continuemos bons amigos na vida...

À minha colega de grupo Joana, quero agradecer o apoio que me deu em certas fases menos boas da minha vida. Trabalhar contigo fez-me evoluir em todos os sentidos, fez-me evoluir como homem e fez-me evoluir como profissional...

Sempre acreditaste em mim, sempre estiveste disposta a seguir os caminhos que por vezes pareciam os mais sinuosos... no final tudo correu bem...

Quero agradecer aos meus pais pois, muito mais que uns bons pais foram os melhores amigos que se pode ter, não existem palavras suficientes para descrever aquilo que vos devo.

Quero agradecer ao meu irmão, ao Ricardo, à Sónia, à Pipa, à D. Eneida e a todas as outras pessoas que não contribuíram directamente para a realização deste documento mas que contribuíram para o meu bem estar, oferecendo-me aquilo que de melhor tinham: a sua amizade. A todas essas pessoas aqui fica o meu enorme obrigado e que me perdoem aqueles que me esqueci de mencionar o nome.

Quero agradecer a ti, meu amor, que foste uma força, um sentimento sempre presente, mas por razões mais adversas uma ausência ao longo deste ano. Não há palavras suficientes, apenas um obrigado por existires, por seres como és... de um modo que me completas.

Neste momento novos ventos se levantam, novos desafios se preparam, novas barreiras se avistam... levanto ancora, iço as velas e parto com rumo à felicidade.

José Carlos Couto

Resumo

Actualmente o sucesso e a competitividade das empresas e indústrias passa pela sua ligação ao mundo. Tendo em conta este aspecto a banda larga pode ser considerada como um elo, como um meio dinamizador para o desenvolvimento social e tecnológico. A finalidade deste projecto é encontrar soluções para levar banda larga a zonas periféricas e rurais. A necessidade de tais soluções advém do facto dos operadores de telecomunicações não manifestarem vontade de fornecer serviços em banda larga para tais zonas, nem o preverem num futuro próximo porque consideram que tal investimento não apresenta rentabilidade.

Alguns dos pontos a ter em consideração para abordar este problema passam pela caracterização dos locais, pela identificação do cenário de oferta de infra-estruturas de acesso e de interligação e pela análise técnico-económica para avaliação das soluções de rede.

Índice de Conteúdos

1	INTRODUÇÃO	12
2	MEIOS DE ACESSO	19
2.1	Introdução.....	19
2.2	Acessos por cabo de cobre (xDSL).....	20
2.2.1	ADSL.....	20
2.2.2	RADSL.....	21
2.2.3	HDSL.....	22
2.2.4	SDSL	23
2.2.5	IDSL	23
2.2.6	VDSL.....	23
2.3	Cabo coaxial na rede de acesso	24
2.4	Fibra óptica na rede de acesso.....	25
2.4.1	A escolha da fibra óptica	26
2.5	Acessos <i>Wireless</i>.....	28
2.5.1	Rede energética.....	28
2.5.2	Laser	31
2.5.3	Wadsl.....	32
2.5.4	Wimus.....	32
2.5.5	FWA	33
2.5.6	GPRS	34
2.5.7	UMTS.....	36
2.5.8	HIPERLAN/2	39
2.5.9	WiFi.....	42
2.5.10	Satélite	44
3	PROJECTOS DE INVESTIMENTO.....	48
3.1	Definição de investimento.....	48
3.2	Principais etapas de um projecto de investimento	49
3.2.1	Identificação	49
3.2.2	Preparação	49
3.2.3	Análise.....	50
3.2.3.1	Decisão	51
3.2.3.2	Execução, Funcionamento e Controlo	51

3.3	Principais erros e omissões num projecto de investimento.....	52
3.4	Conceitos económicos.....	53
3.4.1	Resultados líquidos.....	53
3.4.2	Amortizações.....	53
3.4.3	Noção de <i>Cash-Flow</i>	54
3.5	Métodos de avaliação de um projecto.....	56
3.5.1	Valor Líquido Actual (VAL).....	56
3.5.2	Taxa interna de rentabilidade (TIR).....	58
3.5.3	Período de recuperação do investimento (“ <i>Pay-back period</i> ”).....	59
3.5.4	Comparação entre os três métodos estudados anteriormente.....	60
4	FERRAMENTAS DE ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA	61
4.1	Metodologia	61
4.1.1	Parâmetros de entrada.....	62
4.1.1.1	Serviços.....	62
4.1.1.2	Arquitectura de rede.....	64
4.1.1.3	Componentes	65
4.2	Resultados da ferramenta.....	66
5	ESTUDO DE CASO	68
5.1	Caracterização dos locais.....	68
5.1.1	Caracterização das comunidades.....	69
5.1.1.1	Caracterização de <i>Martel</i>	70
5.1.1.2	Caracterização de <i>Montcuq</i>	70
5.1.1.3	Caracterização de <i>Leyme</i>	70
5.1.1.4	Caracterização de <i>Salviac</i>	71
5.1.2	Caracterização dos pólos industriais.....	71
5.2	Características do projecto.....	71
5.3	Zona Residencial	72
5.3.1	Comunidade de <i>Martel</i>	73
5.3.2	Comunidade de <i>Leyme</i>	78
5.3.3	Comunidade de <i>Montcuq</i>	79
5.3.4	Comunidade de <i>Salviac</i>	83
5.4	Enquadramento e pressupostos para as comunidades.....	86
5.4.1	Definição da arquitectura.....	86
5.4.2	Modelo de tarifário.....	87
5.4.3	Penetração ao serviço	89

5.4.4	Outros parâmetros.....	90
5.4.5	Resultados económicos mais relevantes	91
5.4.6	Investimentos.....	91
5.4.7	<i>Cash-Flows e Cash-Balance</i>	94
5.4.8	Análise das sensibilidades	95
5.4.8.1	Sensibilidade ao número de clientes	96
5.4.8.2	Sensibilidade às tarifas empresariais e residenciais	97
5.5	Zonas Industriais.....	98
5.5.1	<i>Pépinière</i>	99
5.5.1.1	Enquadramento e pressupostos	99
5.5.1.1.1	Definição da arquitectura	99
5.5.1.1.2	Modelo tarifário	100
5.5.1.1.3	Penetração ao serviço.....	101
5.5.1.1.4	Outros parâmetros	101
5.5.1.1.5	Resultados económicos mais relevantes.....	102
5.5.1.1.6	Investimentos	102
5.5.1.1.7	<i>Cash-Flows e Cash-Balance</i>	104
5.5.2	<i>Parc des Expositions</i>	106
5.5.2.1	Enquadramentos e pressupostos.....	106
5.5.2.1.1	Definição da arquitectura	106
5.5.2.1.2	Modelo tarifário	107
5.5.2.1.3	Penetração ao serviço.....	107
5.5.2.1.4	Outros parâmetros	108
5.5.2.1.5	Resultados económicos mais relevantes.....	108
5.5.2.1.6	Investimentos	109
5.5.2.1.7	<i>Cash-Flows e Cash-Balance</i>	111
5.5.3	<i>Entreprise de la ZAC</i>	112
5.5.3.1	Enquadramento e pressupostos	114
5.5.3.1.1	Definição da arquitectura	114
5.5.3.1.2	Modelo tarifário	116
5.5.3.1.3	Penetração ao serviço.....	118
5.5.3.1.4	Outros parâmetros	119
5.5.3.1.5	Resultados económicos mais relevantes.....	119
5.5.3.1.6	Investimentos	120
5.5.3.1.7	<i>Cash-Flows e Cash-Balance</i>	124
5.5.3.1.8	Análise das sensibilidades.....	125
5.6	Comparação de investimentos na zona industrial.....	127
6	DISCUSSÃO/CONCLUSÃO	129
7	ACRÓNIMOS	131

8	REFERÊNCIAS.....	133
9	ANEXO.....	135

Índice de figuras

Figura 1: Relações entre a oferta e a procura no mercado das telecomunicações [1].....	13
Figura 2. Arquitectura ADSL.....	21
Figura 3. Comparação das tecnologias E1 e HDSL.....	22
Figura 4. Arquitectura VDSL.....	24
Figura 5. Evolução da rede HFC.....	25
Figura 6: Unidade de acondicionamento a colocar dentro das instalações do cliente [6].....	30
Figura 7: Arquitectura do acesso PLC – Last Mile.....	30
Figura 8: Aplicação de uma ligação LASER.....	31
Figura 9: Arquitectura FWA [7].....	34
Figura 10: Uma solução para uma rede GPRS [8].....	36
Figura 11: Estrutura hierárquica das células UMTS [9].....	37
Figura 12: Divisão do espectro na tecnologia UMTS [9].....	39
Figura 13: Rede HIPERLAN/2.....	39
Figura 14: Cenários possíveis de aplicação do HIPERLAN/2.....	42
Figura 15: Possível ligação Wireless [11].....	44
Figura 16: Possível ligação satélite [12].....	46
Figura 17: Fluxograma das principais etapas de um projecto de investimento[13].....	52
Figura 18: Cálculo do Cash-flow.....	55
Figura 19: Gráfico do VAL em relação a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) [13].....	58
Figura 20: Esquematização da ferramenta Tonic [16].....	62
Figura 21: Folha descritiva dos serviços.....	63
Figura 22: Curvas da penetração, Tarifa anual, Tarifa de Adesão correspondentes a um dado serviço.....	64
Figura 23: Caracterização do modelo.....	65
Figura 24: Aspecto da janela de definição dos componentes.....	65
Figura 25: Folha das taxas de Penetração.....	67
Figura 26: Aspecto dos resultados económicos da ferramenta.....	67

Figura 27: Localização da região de Lot [17]	68
Figura 28: Localização das comunidades na região de Lot	69
Figura 29: Preços de acesso à Internet praticado pelo operador.....	72
Figura 30: Descrição do caso geral	72
Figura 31: Comunidade de Martel.....	74
Figura 32: Receptor satélite.....	75
Figura 33: Edifício do IOM	75
Figura 34: Antena omnidireccional central	76
Figura 35: Agence Joffard.....	76
Figura 36: Blue Line	77
Figura 37: Preços dos componentes para a comunidade de Martel.....	77
Figura 38: Comunidade de Leyme	78
Figura 39: Preços dos componentes para a comunidade de Leyme	79
Figura 40: Comunidade de Montcuq.....	80
Figura 41: Mairie.....	81
Figura 42: Antena omnidireccional central	81
Figura 43: Antena omnidireccional do repetidor situado na Eglise.....	82
Figura 44: Antena da Médiathèque	82
Figura 45: Preços dos componentes para a comunidade de Montcuq.....	83
Figura 46: Comunidade de Salviac.....	84
Figura 47: Receptor satélite.....	85
Figura 48: Antena omnidireccional central	85
Figura 49: Preços dos componentes para a comunidade de Salviac.....	86
Figura 50: Pontos de flexibilidade	86
Figura 51: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade	87
Figura 52: Evolução da tarifa anual.....	88
Figura 53: Evolução da tarifa anual.....	89
Figura 54: Penetração ao serviço, em percentagem.....	90
Figura 55: Penetração ao serviço, em valores absolutos.....	90
Figura 56: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs).....	91
Figura 57: Resultados económicos	91
Figura 58: Investimentos globais do projecto	92
Figura 59: Investimentos por tipo.....	92
Figura 60: Investimentos por segmento de rede	93
Figura 61: Cash-Flow referente as comunidades	94
Figura 62: Cash-Balance referente as comunidades.....	94
Figura 63: Sensibilidade da TIR ao número de clientes	96
Figura 64: Sensibilidade da TIR as tarifas empresariais.....	97

Figura 65: Sensibilidade da TIR as tarifas empresariais.....	97
Figura 66: Situação Geral proposta.....	98
Figura 67: Preços dos componentes para a Pépinière.....	99
Figura 68: Pontos de flexibilidade da Pépinière	100
Figura 69: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade	100
Figura 70: Evolução das tarifas ao longo dos anos	101
Figura 71: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs).....	102
Figura 72: Resultados económicos.....	102
Figura 73: Investimentos globais do projecto	103
Figura 74: Investimento por tipo	103
Figura 75: Investimentos por segmento de rede.....	104
Figura 76: Cash-Flow referente à Pépinière.....	105
Figura 77: Cash-Balance referente à Pépinière	105
Figura 78: Preço dos componentes para o Parc des Expositions.....	106
Figura 79: Pontos de flexibilidade do Parc des Expositions.....	106
Figura 80: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade	107
Figura 81: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs).....	108
Figura 82: Resultados económicos	108
Figura 83: Investimentos globais do projecto	109
Figura 84: Investimentos por tipo.....	110
Figura 85: Investimentos por segmento de rede.....	110
Figura 86: Cash-Flow referente ao Parc des Expositions.....	111
Figura 87: Cash-Balance referente ao Parc des Expositions	112
Figura 88: Preço dos componentes para a primeira solução proposta para a Zone Artisanale.....	112
Figura 89: Proposta alternativa para a Zone Artisanale.....	113
Figura 90: Preço dos componentes para a segunda solução proposta para a Zone Artisanale.....	114
Figura 91: Ponto de flexibilidade da ZAC opção 1.....	114
Figura 92: Componentes necessários por ponto de flexibilidade na opção 1.....	115
Figura 93: Pontos de flexibilidade da ZAC opção 2	115
Figura 94: Componentes necessários por ponto flexibilidade na opção 2...	115
Figura 95: Evolução da tarifa anual.....	117
Figura 96: Evolução das tarifas de adesão	117
Figura 97: Taxa de penetração ao serviço.....	118
Figura 98: Custos de administração e manutenção para ambas as opções	119
Figura 99: Resultados Económicos Opção 1.....	119

Figura 100: Resultados Económicos Opção 2.....	119
Figura 101: Investimentos globais da opção 1.....	120
Figura 102: Investimentos Globais na opção 2.....	121
Figura 103: Investimentos por tipo Opção 1.....	122
Figura 104: Investimentos por tipo Opção 2.....	122
Figura 105: Investimentos por segmento de rede – Opção 2	123
Figura 106: Cash-Flow de ambas as opções	124
Figura 107: Cash-Balance de ambas as opções.....	125
Figura 108: Sensibilidade da TIR ao número de clientes.....	125
Figura 109: Sensibilidade da TIR à tarifa anual referente à Opção 1	126
Figura 110: Sensibilidade da TIR à tarifa anual, referente à opção 2	127
Figura 111: Custo do investimento por ano.....	127
Figura 112: Custo de funcionamento por mês.....	128

1 Introdução

Como temos vindo a assistir nestes últimos tempos as telecomunicações têm sofrido uma grande evolução, permitindo partilhar informação entre quase todos os pontos do globo. Contudo existem ainda regiões onde as infra-estruturas são escassas ou mesmo inexistentes e uma vez que as novas tecnologias da informação e da comunicação são um potencial dinamizador do desenvolvimento económico-social, torna-se importante criar soluções à medida das necessidades de modo a que tanto os utilizadores como os operadores se sintam atraídos.

Aqui se insere este projecto que tem como objectivo encontrar soluções de como fazer chegar banda larga a zonas periféricas e rurais.

Este trabalho enquadra-se no projecto *Cyberal*, o qual tem por objectivo minorar as dificuldades com que as regiões periféricas e rurais de alguns países do Sudoeste Europeu se confrontam relativamente ao acesso dos instrumentos da Sociedade da Informação, em particular, à Internet.

Em termos concretos, o projecto *CYBERAL* propõe-se disponibilizar e colocar em serviço as plataformas telemáticas de banda larga - à escala real - que permitem o acesso à Internet e aos serviços que lhe estão associados num conjunto de localidades em Espanha (Principado das Astúrias) e França (País do Lot). Trata-se de situações onde os operadores de telecomunicações das respectivas regiões não contemplam fazê-lo no momento actual, nem num futuro previsivelmente próximo, por considerarem tais operações desprovidas de rentabilidade comercial.

Para atingir os anteriores objectivos o projecto *CYBERAL* propõe-se levar a cabo dois grandes tipos de intervenções:

- Correção de insuficiências infra-estruturais;
- Dinamização dos mercados, através da intervenção ao nível do estímulo da oferta de conteúdos locais e de serviços para a Internet, e também no encorajamento da utilização destes serviços por parte de diversas comunidades de usuários. [1]

Desta forma, torna-se importante fomentar o equilíbrio entre a oferta e a procura, ou seja, criar as condições adequadas para qualificar a procura, comparar as formas de exploração e identificar as melhores políticas de promoção dos serviços telemáticos de banda larga nas regiões periféricas e rurais.

A Figura 1 mostra o compromisso que é necessário estabelecer entre a oferta e a procura de modo a estimular o equilíbrio.

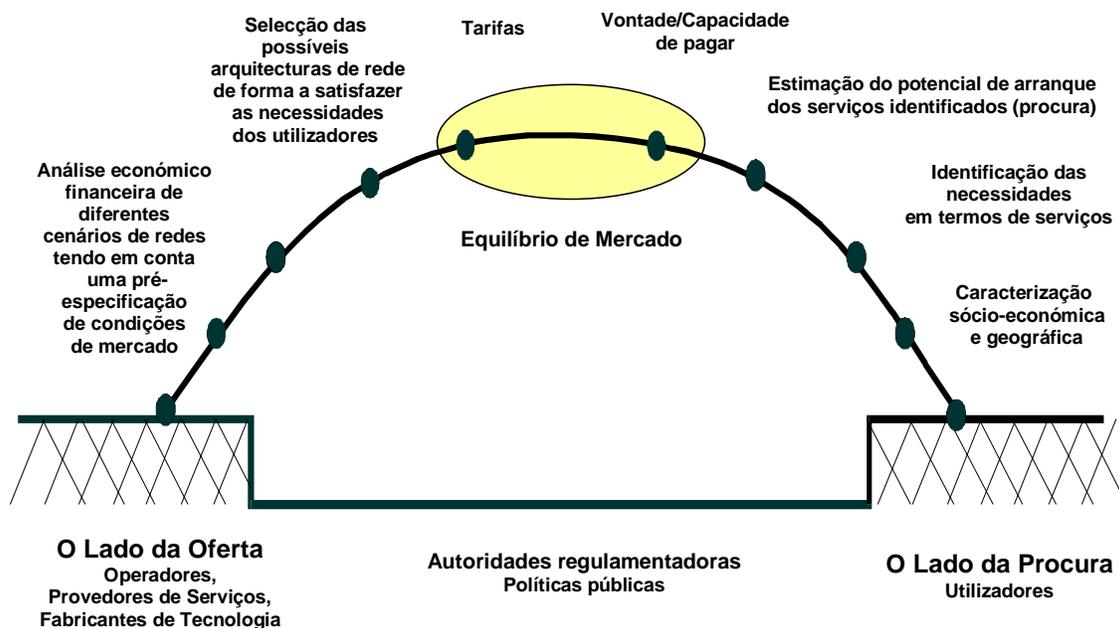


Figura 1: Relações entre a oferta e a procura no mercado das telecomunicações [1]

Perante este tipo de realidade e quando o estabelecimento dos mecanismos causa-efeito não se verificam, são possíveis duas situações:

1. Deixar que os mecanismos de mercado funcionem por si sós. Neste caso, muito provavelmente nada acontecerá e as regiões com este tipo de condições socio-económicas terão as suas possibilidades de desenvolvimento cada vez mais reduzidas face a outras regiões com uma maior dinâmica.
2. Intervir colocando em campo mecanismos de estimulação económico-social (financiamento e elevação das capacidades sociais) tendentes a ultrapassar este ciclo vicioso.

Seguidamente são sumariadas algumas abordagens e metodologias propostas para a oferta de banda larga em zonas rurais e periféricas. É de referenciar que o nosso trabalho seguirá a estrutura abaixo proposta.

1. Definição dos locais com necessidades de intervenção;
2. Caracterização dos locais definidos;
3. Identificação dos possíveis cenários de oferta de infra-estruturas de acesso e de interligação;
4. Identificação de soluções de rede candidatas;
5. Identificação do enquadramento regulamentar aplicável;
6. Possíveis cenários de oferta de serviços de telecomunicações;
7. Negociação com operadores e fornecedores de serviços;
8. Análise técnico-económica para avaliação das soluções de rede e tomada de decisão;
9. Instalação e execução do projecto;
10. Indicadores e elementos de avaliação dos resultados do projecto;
11. Conclusões e recomendações.

Para uma melhor compreensão de cada um dos aspectos anteriores, de seguida segue-se a caracterização dos mais relevantes.

➤ **Definição dos locais com necessidades de intervenção**

Para cada uma das regiões sob consideração é seleccionado um conjunto de situações em que os operadores de telecomunicações locais não contemplam disponibilizar recursos de acesso à Internet em banda larga no momento actual, nem num futuro previsivelmente próximo, por considerarem tais operações desprovidas de rentabilidade comercial.

Estas situações poderão ser decorrentes de três tipos de carências:

- Insuficiências infra-estruturais;
- Falta de dinâmica de mercado;
- Simultânea insuficiência de infra-estruturas e de falta de dinâmica de mercado.

➤ **Caracterização dos locais definidos**

Os aspectos geográficos, demográficos, a actividade económica, a capacidade de utilização de instrumentos das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), as infra-estruturas já instaladas e as necessidades actuais das populações em termos de serviços influem decisivamente nas soluções de rede de telecomunicações candidatas a instalar nos locais identificados.

É, por isso, importante caracterizar os locais em todas estas vertentes, de modo a assegurar a escolha correcta da melhor tecnologia de acesso para oferta dos serviços de telecomunicações pretendidos.

➤ **Caracterização geográfica e demográfica**

A distribuição geográfica das populações e a procura por serviços de telecomunicações segue um padrão extremamente complexo. As densidades populacionais reflectem o contraste entre as povoações rurais e urbanas, mas também ilustram fortes variações inter e intra-urbanas. As densidades dependem, de entre outros factores, das condições económicas e culturais de cada país e região, do tamanho

dos aglomerados urbanos e, dentro de cada cidade ou área metropolitana, da posição de cada região urbana (se mais periférica, se mais central).

A geografia dos locais definidos é um aspecto crucial na instalação de redes de telecomunicações. Um exemplo paradigmático desta asserção é a instalação de par entrançado (cobre) para servir uma população numa zona montanhosa (caso das Astúrias, em Espanha), com telefone. O enorme investimento em cablagem para instalação duma rede deste tipo impede que esta solução seja financeiramente viável, e assim a opção por uma rede sem fios (por exemplo DECT) torna-se mais atractiva.

➤ **Identificação das principais actividades socio-económicas**

De forma a caracterizar o ambiente socio-económico do local definido, deve ter-se em consideração os seguintes pontos:

- Educação;
- Poder de compra;
- Saúde;
- Mercado de trabalho;
- Actividade económica;
- Comércio;
- Sector primário – Agricultura;
- Sector secundário – Indústria;
- Sector terciário – Serviços;
- Turismo

➤ **Identificação das necessidades em termos de serviços**

Com o aparecimento da Internet, da telefonia móvel e com os avanços das novas tecnologias da comunicação começou a surgir a necessidade de novos serviços de telecomunicações, já que as pessoas, organizações e governos se estão a aperceber das enormes oportunidades que estes novos serviços podem trazer.

Assim, o paradigma dos operadores de telecomunicações também foi alterado. Passou da oferta exclusiva de serviços de voz para a oferta de outros serviços, em especial o acesso à Internet.

Actualmente os operadores prometem já uma grande diversidade de novos serviços. No entanto, deve entender-se que todas as redes de telecomunicações oferecem limitações, estando assim o tipo de serviços escolhidos para oferecer às populações intimamente ligado com a escolha da solução de rede para os oferecer. Assim, se for pretendido fornecer apenas o serviço de voz, a rede telefónica comutada actualmente existente é mais do que suficiente. No entanto, se se pretenderem serviços como TV Digital de alta qualidade, a solução terá de passar pelas redes em fibra óptica com altas taxas de transmissão.

➤ **Identificação das infra-estruturas existentes**

As infra-estruturas de telecomunicações existentes nos locais identificados devem ser aproveitadas, nos casos onde tal seja possível. No entanto, torna-se indispensável a actualização e melhoramento das soluções instaladas, para que estas possam servir os renovados interesses e necessidades das populações.

Certas tecnologias, por exemplo o ADSL, não é mais do que uma evolução da rede telefónica tradicional. Sobre os mesmos pares de cobre torna-se possível (através de novas técnicas de modulação, e de relativamente pouco investimento) transportar novos serviços (e já não só a voz).

➤ **Identificação dos possíveis cenários de oferta de infra-estruturas de acesso e de interligação**

Para fazer a caracterização das necessidades infra-estruturais importa estabelecer um referencial de representação das redes e serviços de telecomunicações.

Neste referencial coabitam os tipos de redes mais comuns associadas aos serviços de comunicação mais habituais: rádio, televisão, telefone,

dados, Internet, comunicações fixas e móveis, serviços de valor acrescentado, situações de multi-operadores (típica de regimes regulamentares já liberalizados), etc.

As carências infra-estruturais podem ser subdivididas em dois segmentos: **rede nuclear** (ou rede core) e **rede de distribuição** (ou de acesso):

Rede de Distribuição (ou de Acesso)

A rede de acesso designa o último segmento de rede antes do usuário e liga o ponto de acesso da rede de transporte (ou de interligação) ao equipamento do usuário – que, por sua vez, pode, ele próprio, ser uma rede local privada (rede do cliente).

Rede Nuclear (ou rede core)

A rede de transporte (ou de interligação) estabelece a conectividade entre as várias redes de acesso e é responsável pelo transporte a longa distância dos sinais de telecomunicações.

2 Meios de acesso

2.1 Introdução

Neste capítulo serão descritas tecnologias actuais que se poderão ter em conta aquando o dimensionamento de uma rede de banda larga.

As redes de acesso de banda larga têm de ser suficientemente flexíveis para suportar eficientemente uma série de serviços, quer de banda estreita, quer de banda larga, existindo para o efeito diversas tecnologias de acesso de banda larga.

A situação actual das telecomunicações é caracterizada pela presença de inúmeros factores que vão contribuir decisivamente para a imprevisibilidade dos cenários futuros quer para o mercado de serviços quer para a implementação das redes. Entre estes factores destaca-se o processo de liberalização que está a ocorrer em diversos países europeus, a inovação tecnológica e a introdução de novos serviços. Esta evolução está a provocar uma grande mudança nas estratégias das empresas: a liberalização do mercado e o fornecimento de redes abertas aumenta assim a competição na área até agora controlada pelo operador público histórico. Assim, outros operadores de redes, mesmo com infra-estruturas de acesso diferentes – como é o caso dos operadores de CATV (Televisão por Cabo) – podem oferecer os mesmos e até novos serviços. Assim, a estratégia do operador já existente passa por preservar o seu espaço no mercado dos novos competidores, especialmente fornecendo aos novos fornecedores de serviços a rede de transporte a preços competitivos e actualizando a sua rede para melhorar a sua performance, podendo assim fornecer novas funcionalidades.

Assim, vai surgir um grande requisito por tecnologias que sejam capazes de:

- Fornecer um grande número de serviços (existentes e novos), as chamadas arquitecturas abertas.
- Garantir uma alta rentabilidade, ou seja, grandes receitas comparadas com os investimentos a fazer.

2.2 Acessos por cabo de cobre (xDSL)

O melhoramento das tecnologias de cobre (ou DSL) difere no aspecto da capacidade e distância de transmissão e do número de pares usados. Em geral, na opção xDSL, há um compromisso entre distância e capacidade.

Entre as diferentes tecnologias DSL temos o ADSL, o SDSL, o VDSL, o HDSL, o RADSL e o IDSL.

2.2.1 ADSL

Na transmissão ADSL há uma alta taxa de transmissão da central para o cliente, e baixa do cliente para a central, por isso é uma tecnologia assimétrica. Por esta razão, é uma tecnologia apropriada para os clientes residenciais.

O objectivo inicial do ADSL era suportar transmissões a 1.544 ou 2.048 Mbps no sentido descendente, com uma baixa taxa de transmissão no sentido ascendente, para informação de controlo, fornecendo também a ligação PSTN ou RDIS convencional. O ADSL usa um par de cobre para transmissão entre 1.5 Mbps (5 Km) e 8 Mbps (3.5 Km) no sentido descendente e 640/64 Kbps no sentido ascendente. A figura seguinte ilustra esta situação, vendo-se claramente que esta é uma topologia ponto-a-ponto.

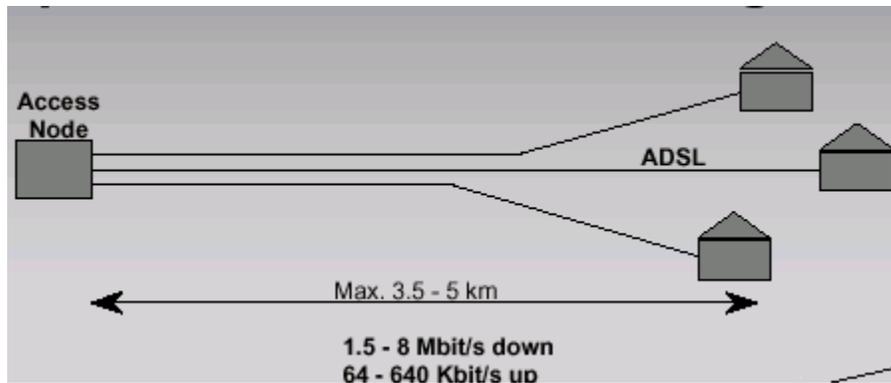


Figura 2. Arquitetura ADSL

As vantagens desta tecnologia são a pequena reestruturação da estrutura existente por parte do operador incumbente e a facilidade de implementação.

Para a introdução de transmissão via ADSL numa rede de cabos de pares simétricos introduz-se na estação um *multiplexer* de acesso designado por DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), bem como a respectiva plataforma de gestão, uma bancada de modems ADSL e filtros de estação.

Em cada cliente instala-se um filtro designado por *splitter* seguido do respectivo modem de cliente.

2.2.2 RADSL

O RADSL, *Rate Adaptive Digital Subscriber Line*, é uma variação do ADSL em que o equipamento é capaz de perceber a velocidade a que a linha pode transmitir e fazer o ajustamento a esse valor. Aqui a performance da linha é avaliada não só no momento da ligação, mas continuamente durante a mesma ligação.

2.2.3 HDSL

O HDSL, *High Bit Rate Digital Subscriber Line*, já vem sendo utilizado há alguns anos, especialmente nos EUA em aplicações comerciais e, tipicamente, transmite a 1.5 Mbps em cada sentido (simétrico), com vista a substituir o sistema T1. Na Europa, devido ao aumento da procura de serviços a 2 Mbps, o HDSL passou a ser visto como o substituto dos sistemas E1 com repetidores. Na figura da página seguinte podemos verificar a diferença de implementação dos dois sistemas.

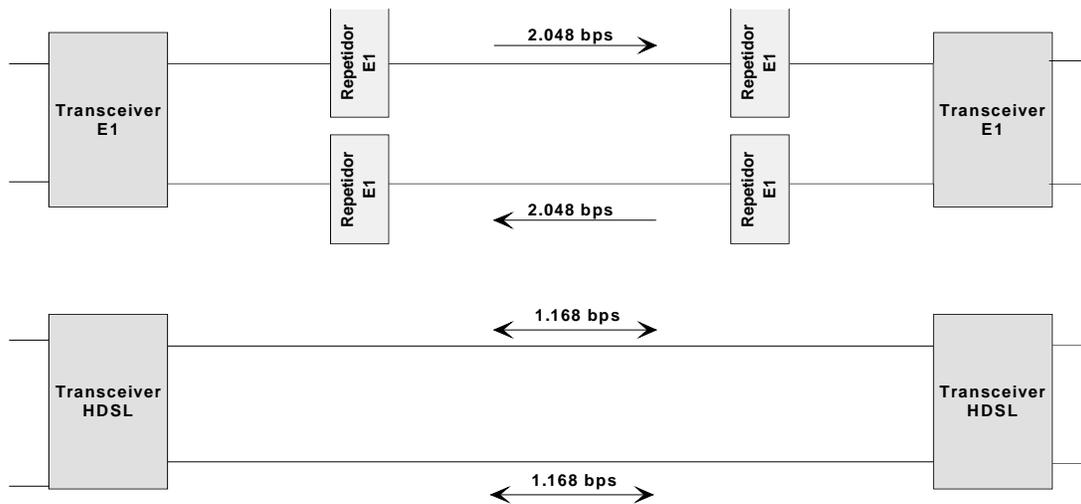


Figura 3. Comparação das tecnologias E1 e HDSL

O HDSL requer dois ou três pares de cobre para transmissão simétrica a 2 Mbps, por isso não é indicado para o mercado residencial. A distância possível dos fios de cobre pode chegar aos 2.5 quilômetros. A telefonia analógica não pode ser transmitida simultaneamente no mesmo par entrançado.

2.2.4 SDSL

O SDSL, *Symmetric Digital Subscriber Line*, é uma forma simétrica de transmissão DSL, que é considerada a versão HDSL de par único, ou seja, apenas utiliza um par de cobre, transmitindo por isso a metade da velocidade do HDSL. Este sistema pode incluir a opção de transmitir a telefonia analógica no mesmo par.

2.2.5 IDSL

O IDSL, *ISDN Digital Subscriber Line*, ou RDIS sobre DSL, como também é conhecido, recorre às mesmas técnicas de codificação do RDIS para transmitir dados a 128 Kbps para modems ISDL ligados a routers.

Desta forma os clientes RDIS não necessitam de qualquer equipamento adicional para se ligarem aos modems ISDL, que desta forma disponibilizam os serviços suportados em xDSL a clientes que não têm acesso ao ADSL convencional, em virtude do grande comprimento da sua rede de acesso.

2.2.6 VDSL

O VDSL, *Very High Speed Digital Subscriber Line*, fornece transmissão quer assimétrica quer simétrica, e é considerado como a etapa seguinte ao ADSL na consolidação e ampliação do mercado generalizado de banda larga, embora ainda não esteja normalizado.

Os modems VDSL fornecem velocidades máximas de 13 Mbps para distâncias máximas de 1.5 Km, e até 56 Mbps para distâncias máximas na ordem dos 300 metros, pelo que o compromisso distância / taxa de transmissão é o factor determinante a equacionar. A figura seguinte ilustra esta configuração de rede.

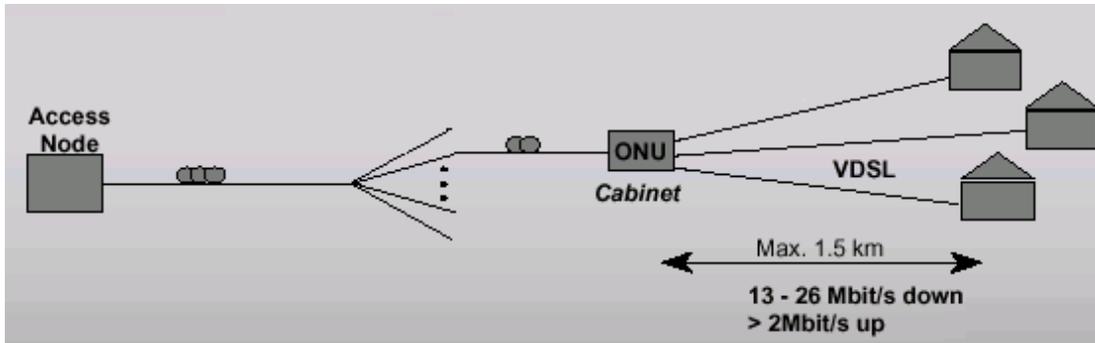


Figura 4. Arquitetura VDSL

A telefonia analógica será, nesta configuração, transmitida no mesmo par entrançado.

O VDSL está associado à introdução da fibra na rede de acesso, nomeadamente à adopção de sistemas de rede óptica passiva (PON), alimentando o par metálico com fibra óptica até uma ONU (*Optical Network Unit*), para poder depois transportar o sinal até ao cliente.

A escolha da arquitectura mais correcta a utilizar depende dos serviços de banda larga a serem oferecidos, a densidade da região, os clientes alvo e o plano de cobre já existente. A maior parte das vezes considera-se uma mistura das diferentes tecnologias.

2.3 Cabo coaxial na rede de acesso

Para operadores de redes de cabo coaxial a evolução natural será a introdução de retorno na rede recorrendo a amplificadores com módulo de retorno, que funcionam na banda dos 10 aos 65 MHz. [2]

Na rede óptica de transporte, entre a cabeça da rede e o receptor óptico é utilizada outra fibra para retorno ou, em alternativa, um esquema de multiplexagem no comprimento de onda (WDM) mantendo o mesmo número de fibras instaladas.

Esta actualização implica a divisão da rede coaxial em segmentos para atingir a capacidade de retorno pretendida. No caso de cada cliente ter

na sua residência um modem com capacidade para 10 Mbps, podemos ter entre 5 e 600 clientes a partilhar entre 50 a 60 Mbps de capacidade no sentido ascendente, implementada pelo protocolo Ethernet. A figura seguinte mostra a evolução da rede HFC.

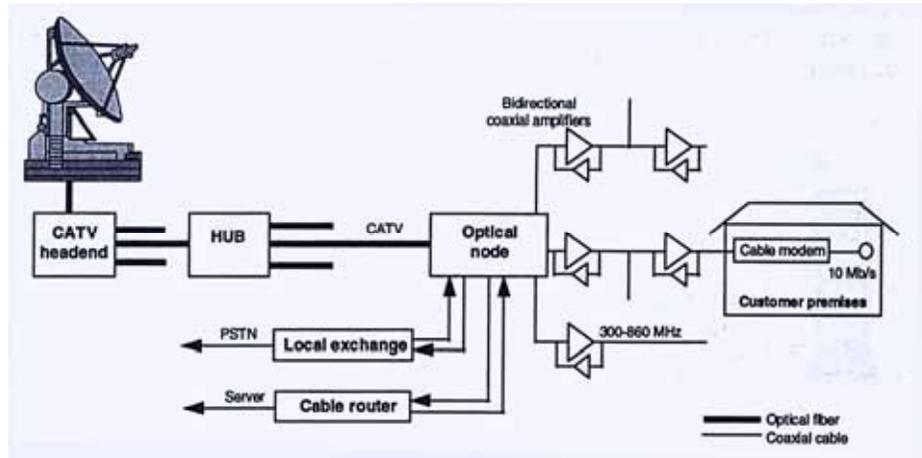


Figura 5. Evolução da rede HFC

2.4 Fibra óptica na rede de acesso

A solução final para a rede de acesso fixa vai ser uma rede completamente óptica, isto é, fibra até ao escritório ou até à residência, juntamente com uma ou outra ligação por rádio ou por par de cobre nas zonas rurais.

No entanto, o surgimento desta tecnologia envolve um enorme investimento, o que leva algum tempo! A questão principal é saber qual a altura em que tal vai acontecer, e qual o melhor percurso de migração para este objectivo.

Basicamente esta rede de "migração" vai ser do tipo FTTx (*Fiber To The x*), em que o "x" vai passar da central para o escritório ou residência, através de alguns pontos intermédios, tais como o armário ou a cave do edifício. A infra-estrutura da fibra óptica pode ser do tipo anel, estrela ou árvore, ponto-a-ponto ou ponto-a-multiponto ou

combinações baseadas em diferentes esquemas e tecnologias de transmissão, tais como SDH, ATM, IP/Ethernet.

Combinando todos estes parâmetros, há um grande número de arquiteturas distintas que podem surgir, dependendo da rede já existente, da área considerada, da classe de utilizadores e dos tipos de serviço a ser entregue.

2.4.1 A escolha da fibra óptica

A fibra óptica oferece inúmeras vantagens sobre o cabo coaxial, o par entrançado de cobre ou a comunicação sem fios [3], essencialmente no que diz respeito à largura de banda oferecida (na ordem dos Tbps [4]), atenuação e custo. O uso de linhas ópticas reduz o número de repetidores necessários para compensar a atenuação do sinal, pois este problema é bastante menor na fibra óptica. Assim eliminam-se os custos de manutenção e dificuldades de alimentação que tem um grande número de repetidores.

Assim, entre os inúmeros factores que fazem com que a fibra óptica, ou a combinação desta com outros materiais, seja um meio de transmissão preferível em relação aos demais referidos anteriormente, destacam-se os seguintes [5]:

- *Pequenas dimensões e baixo peso* – o volume e peso dos cabos ópticos é muito inferior ao dos cabos convencionais em cobre, para transportar a mesma quantidade de informação, facilitando a instalação dos mesmos.
- Grande capacidade de transmissão e baixa atenuação – os sistemas de comunicação por fibras ópticas têm uma capacidade de transmissão muito superior aos sistemas em cabos metálicos. Devido à baixa atenuação podem transmitir sinais a distâncias muito grandes. Com a tecnologia de amplificadores ópticos, é possível uma transmissão até centenas de quilómetros de distância

sem estações intermediárias, aumentando a fiabilidade do sistema, diminuindo o investimento inicial e as despesas de manutenção.

- Imunidade à interferência — por serem feitas de material dieléctrico, as fibras ópticas são totalmente imunes a ruídos em geral e interferências electromagnéticas, como as causadas por descargas eléctricas e instalações de alta tensão. Por outro lado, não causam interferência entre si, eliminando assim um problema comum enfrentado nos sistemas com cabos convencionais, principalmente nas transmissões em alta frequência.
- Facilidade de evolução — há maior facilidade de fazer a actualização duma rede de fibra óptica, devido ao maior grau de flexibilidade da mesma.

Em suma, a substituição dos meios de transmissão actuais por cabos de fibra na rede melhora a qualidade de serviço, aumentando a sua taxa de transmissão e melhorando a qualidade da transmissão e reduz o custo de operação e manutenção da rede de acesso.

Com todas estas vantagens, porque não se usa ainda fibra óptica até casa do cliente?

Em primeiro lugar, a fibra óptica não tem só vantagens. De facto, o uso de fibras ópticas possui também algumas desvantagens em relação aos meios de transmissão convencionais. As fibras sem encapsulamento são muito frágeis, levando a que o seu manuseamento seja muito delicado. As pequenas dimensões das fibras exigem procedimentos e dispositivos de alta precisão na realização de junções e conexões. Os acopladores do tipo T têm nível de perdas muito grandes, o que dificulta a sua utilização em sistemas multiponto. Os sistemas com fibras ópticas requerem alimentação eléctrica independente para cada repetidor, por isso não é possível a alimentação remota através do próprio meio de transmissão.

Apesar destes problemas, a razão principal para a não introdução da fibra óptica na rede de acesso até ao momento é que a sua instalação requer a instalação dos cabos, o que normalmente está associado a

grandes despesas a nível de construção civil [4]. Além disso, o equipamento terminal das fibras é muito dispendioso devido ao ainda pequeno volume de produção.

Por estas razões, espera-se que ainda demore algum tempo até que a instalação de fibra óptica para oferta de banda larga na rede de acesso atinja níveis economicamente justificáveis, especialmente nas áreas menos povoadas.

A primeira geração de sistemas FITL (*Fiber In The Loop*) foi a rede óptica passiva de telecomunicações, TPON (*Telecommunication over a Passive Optical Network*). Estes sistemas utilizam uma infra-estrutura de fibra partilhada para fornecer determinada gama de serviços a um grupo de utilizadores. O sistema TPON é usado para suportar telefonia, acessos RDIS e linhas dedicadas.

A segunda geração de sistemas FITL vai fornecer capacidade de banda larga. O conceito de BPON (*ATM based Broadband Passive Optical Network*) já é sobejamente conhecido fornecendo 622 ou 155 Mbps no sentido descendente e 155 Mbps no sentido ascendente. O acesso é partilhado por 16 a 32 ONUs (*Optical Network Units*) com a capacidade inerente de multiplexagem estatística. A OLT (*Optical Line Termination*) termina a rede do lado da central.

2.5 Acessos *Wireless*

2.5.1 Rede energética

PLC (*Power Line Communications*) refere-se a uma variedade de serviços de banda larga, fornecidos através da rede de energia eléctrica, tais como Internet de alta velocidade, VoIP, AMR e redes domésticas. Estes novos serviços sobre a rede eléctrica existente podem ser oferecidos pelos operadores energéticos ou pelos operadores de telecomunicações.

Esta é uma tecnologia que está a interessar os operadores energéticos em vários aspectos:

- Permite oferecer aos seus clientes uma base sólida de serviços tais como Internet a alta velocidade, VoIP, e serviços adicionais.
- Possibilita-os de construir a sua posição no mercado, enaltecendo a sua imagem comercial como um operador inovador e marcador de padrões nos últimos serviços de banda larga.
- PLC fornece um acesso alternativo de "*last mile*", permitindo um "*unbundling*" do lacete local.

As últimas tendências estão a forçar os operadores energéticos a enfrentar concorrência séria e pressões a nível de margens de lucro. Para aumentar as suas receitas, os operadores, estão a tentar virar-se para novas oportunidades de mercado.

O mercado da banda larga oferece aos operadores energéticos a possibilidade de diversificar a sua oferta de novos serviços, sem a necessidade de enormes investimentos adicionais.

As companhias de electricidade já possuem pontos estratégicos chave, tais como:

- Base de clientes muito forte (rede eléctrica)
- Infra-estruturas para facturação e apoio ao cliente existentes
- Infra-estruturas para manutenção
- O mercado de comunicações em banda larga está a crescer rapidamente
- Permite utilizar modelos de negócio existentes
- Permite gerar um maior "*return of investment*" (ROI)

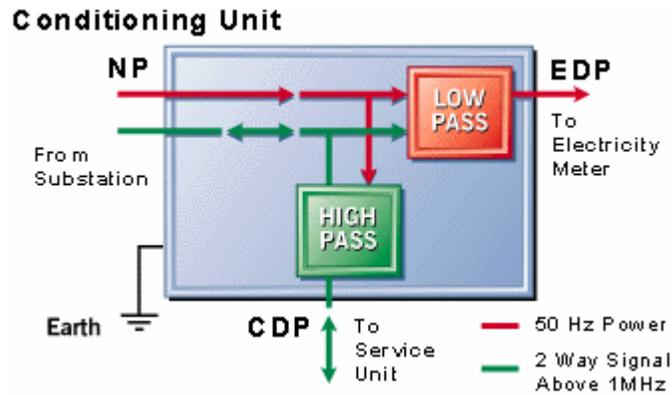


Figura 6: Unidade de acondicionamento a colocar dentro das instalações do cliente [6]

A unidade de acondicionamento, será instalada dentro da casa do utilizador, esta (unidade) terá a função de separar o sinal de dados do sinal eléctrico.



Figura 7: Arquitectura do acesso PLC – Last Mile

Resumindo, a PLC, permite aos operadores energéticos oferecer uma nova plataforma de serviços, sem que seja necessário uma instalação, muito dispendiosa, de material adicional.

Esta é ainda, contudo, uma tecnologia que se encontra numa fase experimental na Europa, englobando uma variedade de países e de entidades, havendo já algumas implementações no Estados Unidos. Porém apesar de se encontrar ainda em fase experimental, será uma tecnologia que permitirá oferecer serviços em banda larga a regiões rurais e periféricas onde quer que a energia eléctrica chegue! Os débitos actualmente chegam aos 14 Mbps, mas a médio prazo pensa-se que poderão evoluir para 100 a 200 Mbps.

2.5.2 Laser

Laser é um sistema ponto a ponto, que usa laser infra-vermelho, que se destina à inter conexão de dois pontos que estejam em linha de vista (*LoS*).

O sistema tem como entrada dados, depois converte-os para um formato digital e transmite-os pelo espaço livre. A portadora usada para transmissão deste sinal é luz infra-vermelha e é gerada ou por um LED de alta potência ou por díodos laser de baixa potência.

Este sistema apresenta taxas de transmissão compreendidas entre 1,54 Mbps até 1 Gbps e pode ser usado para distâncias até 4 Km. Uma mais valia deste sistema é a velocidade de interligação que é a velocidade da luz, ou seja, as comunicações não sofrem latência devido ao modo de transmissão.

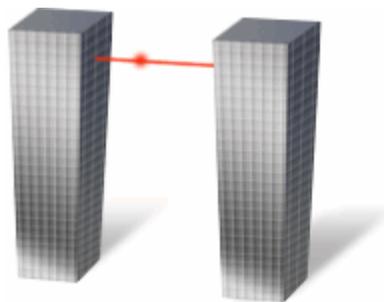


Figura 8: Aplicação de uma ligação LASER

2.5.3 Wadsl

Uma das grandes diferenças quando se compara o Wadsl com a sua versão cabo é o facto de esta solução ser fornecida por um serviço *Wireless* via FWA na banda dos 26 GHz. A ligação é feita com uma velocidade máxima garantida.

A parte garantida da velocidade de transmissão é um quarto da capacidade total da linha, a qual é a base desta garantia, o que o ADSL não oferece. A taxa de download até à velocidade máxima é feita dinamicamente de acordo com os requisitos do utilizador final e disponibilidade na rede. A taxa de upload é garantida e é atribuída estaticamente. O aspecto chave deste serviço é a garantia da velocidade, que é um aspecto que cada vez mais os utilizadores exigem. As operadoras de Wadsl disponibilizam, intencionalmente, os mesmos pacotes que a versão cabo. Isto permite uma melhor comparação entre os produtos.

A desvantagem desta solução é o alto preço para clientes que têm um tráfego de alguns GB todos os meses. Esta é a razão pela qual Wadsl não estará disponível para utilizadores domésticos.

2.5.4 Wimus

WIMUS (*Wireless Multimédia System*), é um serviço com o intuito de propor as primeiras soluções integradas de acesso em banda larga sem fios, para emitir novos serviços multimédia destinados a particulares assim como às empresas. As suas soluções são constituídas por bases que distribuem num raio de 2 ou 3 Km, de acordo com a norma DAVIC, as formas de ondas bidireccionais que suportam os dados multimédia e a Internet. Os assinantes disporão de um receptor externo, que é um pequeno cilindro de 15 centímetros, o qual é colocado sobre a antena de televisão, e liga através do cabo coaxial normal um decodificador às televisões e computadores. Nas soluções WIMUS, estarão contemplados: serviços de vídeo *on-demand*, televisão interactiva, serviços multimédia interactivos como tele-ensino, tele-medicina, tele-compras, ou ainda as vendas em *on-line*.

Para todos os serviços, os utilizadores disporão de uma via de retorno de banda larga por Internet para o qual a CEPT já alocou 3 GHz no espaço de 40 GHz.

2.5.5 FWA

O FWA torna-se uma alternativa a ter em conta para as zonas rurais onde não há cablagem nem cobertura satélite. Este sistema usa normalmente uma das seguintes bandas do espectro 22, 26 ou 38 Ghz.

O FWA não requer alimentação via satélite, licença governamental ou mesmo um serviço local de telefone. Usa uma pequena antena barata, de micro-ondas, que é ligada ao sistema rádio do cliente. A antena é apontada para o ponto de acesso do ISP, que tipicamente é um edifício alto ou uma torre de rádio e cria-se assim um *Wireless local loop*. Para um sistema pouco usado, pois não é familiar aos utilizadores, FWA é distintamente diferente dos serviços de cabo pela sua potencial velocidade de transporte e baixo custo – entre outras características. Como quase todos os sistemas sem fios, este pode funcionar em modo ponto-a-ponto ou no modo ponto-multiponto. No primeiro temos taxas de transferências na ordem dos 156 Mbps com distância máxima de cerca de 4 Km, no segundo temos taxas de transferência na ordem dos 10 Mbps para uma distância máxima de cerca de 1 Km. É de realçar que estes valores são meramente referenciais e podem à data deste documento ter sido ultrapassados.

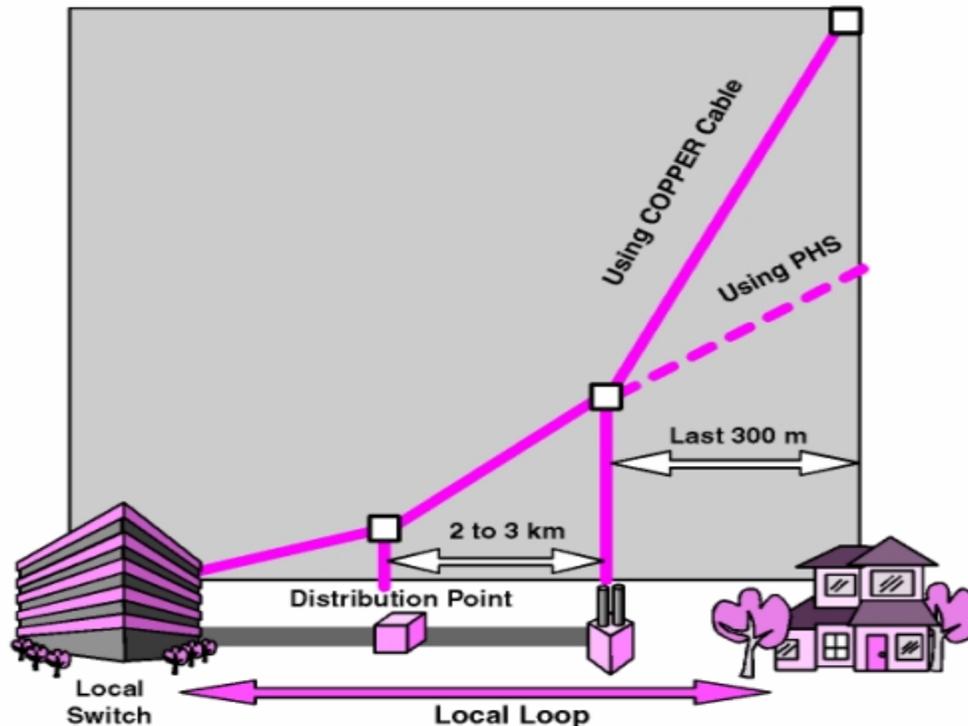


Figura 9: Arquitectura FWA [7]

2.5.6 GPRS

O GPRS (*General Packet Rádio Service*) é a tecnologia sem fios de transmissão de dados por pacotes, usando assim de uma forma eficiente a largura de banda devido ao facto da transmissão do tráfego ser em rajadas que é a característica dos serviços de dados.

Esta tecnologia fornece um serviço *"novoice"* que permite que a informação em forma de dados seja emitida e recebida através de uma rede de telefones móveis. Este serviço complementa os actuais serviços de comutação por circuitos GSM (*Global System for Mobile*) e os serviços de mensagens via rede celular denominado por SMS (*Short Message System*).

A rede nuclear GPRS está baseada no padrão IP, o que a torna ideal para o acesso, sem fios, a outras redes baseadas em IP, como LAN's corporativas e ISP's. A rede nuclear GPRS também serve como alicerce em todas as etapas seguintes da transmissão à 3G.

O GSM e o GPRS partilham uma única base dinâmica e flexível, com várias características semelhantes entre si, como bandas, frequências, estruturas de frames e técnicas de modulação. No entanto, a cobrança pelo uso de GPRS é feita por quantidade de dados (Kbits) transmitidos enquanto que no GSM é feita por tempo de conexão (segundos).

O serviço GPRS põe à disposição dos seus usuários duas topologias de serviço diferentes, ponto-a-ponto (um usuário envia um ou mais pacotes de informação a um único destinatário) e ponto-multiponto (um usuário envia um ou vários pacotes de informação para vários destinatários).

Teoricamente a velocidade máxima é de 171,2 Kbps, porém só será possível se a cada utilizador forem atribuídos os 8 timeslots. Isto é aproximadamente três vezes mais rápido na transmissão de dados em redes fixas de serviço *dial-up* e dez vezes mais do que as actuais redes de comutação de circuitos nas redes GSM.

No GPRS há ainda a facilidade de ligação à rede de dados uma vez que este não necessita de realizar conexões *dial-up*, assim sendo o usuário está todo o tempo conectado. O '*immediacy*' é uma vantagem do GPRS quando comparado com os serviços de comutação de circuitos. Esta característica é muito utilizada em transferências de dados críticos e de forma on-line, tais como a autorização remota do cartão de crédito, onde seria inaceitável manter muito tempo o cliente à espera da conclusão de uma transacção.

O GPRS facilita o uso de diversas aplicações novas que não é possível utilizar em redes GSM devido às limitações na velocidade de dados comutados (9.6 Kbps) e do comprimento da mensagem do SMS (160 caracteres).

Na figura seguinte podemos ver uma solução possível para uma rede GPRS.

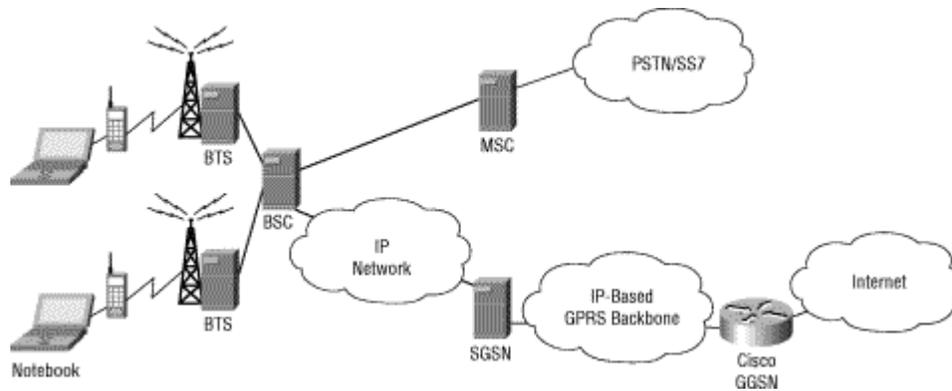


Figura 10: Uma solução para uma rede GPRS [8]

2.5.7 UMTS

O UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) é a visão europeia de um sistema de comunicação móvel da terceira geração. Foi projectado com o intuito de continuar o sucesso global do sistema de comunicação móvel europeu GSM da segunda geração.

O desenvolvimento do UMTS tem dois aspectos, a rede de acesso rádio e a rede nuclear. A rede de acesso rádio compreende a estação móvel, a estação base e a interface rádio entre elas. A rede nuclear consiste em nós (*switches*) com linhas conectadas. Esta rede nuclear interliga não somente as estações base entre si mas também oferece alguns *gateways* para outras redes (ISDN, Internet, ...).

A rede nuclear do UMTS é uma evolução da actual rede nuclear do GSM. A rede de acesso rádio do UMTS, especialmente o método de transmissão de rádio é um novo método revolucionário. A rede de acesso de rádio URAN do UMTS não será uma evolução da rede de acesso de rádio do GSM, no entanto a rede de acesso rádio do GSM estará em uso e também sob desenvolvimento mesmo após a introdução do UMTS. Isto significa que haverá uma rede nuclear comum, mas duas redes de acesso rádio independentes para UMTS e para GSM. A rede de acesso rádio do UMTS permitirá aplicações multimédia devido à grande largura de banda dos canais de rádio (5 MHz em vez dos 200 KHz no GSM) e ao novo método de acesso CDMA

(*Code Division Multiple Access*). Multimédia no UMTS significa transferência simultânea de voz, dados, texto, figuras, áudio e vídeo com uma taxa de transmissão máxima de 2 Mbit/s.

O UMTS oferece uma cobertura de rádio global e *world-wide roaming*. Para esta finalidade a UTRAN será construída de uma forma hierárquica nas camadas de cobertura. Uma camada mais elevada cobrirá uma área geográfica maior do que uma camada mais baixa. Na camada mais elevada haverá satélites que cobrem o planeta inteiro, as camadas mais baixas formam a rede de acesso terrestre do UMTS a UTRAN. Esta é dividida em macro, micro e pico-cell. Cada camada é dividida em células e quanto mais baixo o nível hierárquico menores serão as células, e por isso terão uma densidade de usuários mais elevada. Consequentemente as macro-cell são usadas para a cobertura de terreno aberto, as micro-cell são instaladas nas áreas com grandes densidades de população e as pico-cell, conhecidas como "hotspots", nos edifícios (ex: aeroportos, estações de comboio, etc...). Na figura seguinte apresentamos a hierarquia das células da tecnologia UMTS, descritas anteriormente.

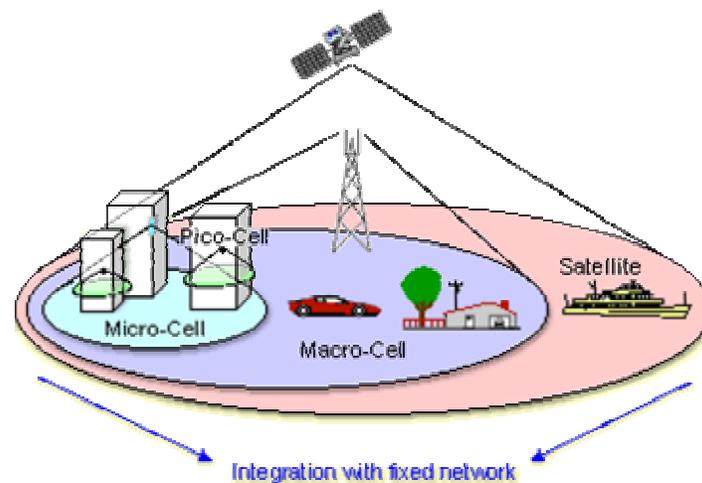


Figura 11: Estrutura hierárquica das células UMTS [9]

É suposto o UMTS suportar serviços *real-time* incluindo multimédia bem como os serviços de pacotes de dados. Um protocolo candidato para o transporte na rede nuclear é o ATM (*Asynchronous Transfer*

Mode) por este ter a flexibilidade necessária para o transporte de vários serviços. O *Internet Protocol (IP)* fará o roteamento de dados do pacote na rede nuclear.

A máxima taxa de dados e a velocidade máxima do utilizador são diferentes para cada camada hierárquica. Na macro-cell serão possíveis pelo menos 144 Kbps com uma velocidade máxima de 500 Km/h. Na micro-cell são suportados 384 Kbps com uma velocidade máxima de 120 Km/h. A pico-cell oferece até 2 Mbit/s com uma velocidade máxima de 10 Km/h. Deverá ser possível para o utilizador negociar a taxa de *bit error* versus o atraso entre certos limites. Para aplicações *real-time* com atraso constante (voz, vídeo) a taxa de *bit error* pode estar na escala de 10^{-3} a 10^{-7} , o atraso máximo pode estar na escala de 20 ms a 300 ms. Para aplicações *non-realtime* (e-mail, SMS) com atraso variável a taxa de *bit error* pode estar na escala de 10^{-5} a 10^{-8} , o máximo atraso pode ser de 150 ms e mais.

O espectro para o UMTS encontra-se entre 1900 MHz a 2025 MHz e 2110 MHz a 2200 MHz. Para o serviço satélite possui uma sub-banda do espectro reservada (uplink 1980 MHz a 2010 MHz, downlink 2170 MHz a 2200 MHz). O restante espectro, para uso terrestre, é dividido em dois modos de operação. No modo de FDD (*Frequency Division Duplex*) há duas faixas iguais para o uplink (1920 MHz a 1980 MHz) e para o downlink (2110 MHz a 2170 MHz). No modo de TDD (*Time Division Duplex*) o uplink e o downlink não são divididos pelo uso de portadoras diferentes de frequência mas pelo uso de timeslots diferentes na mesma portadora.

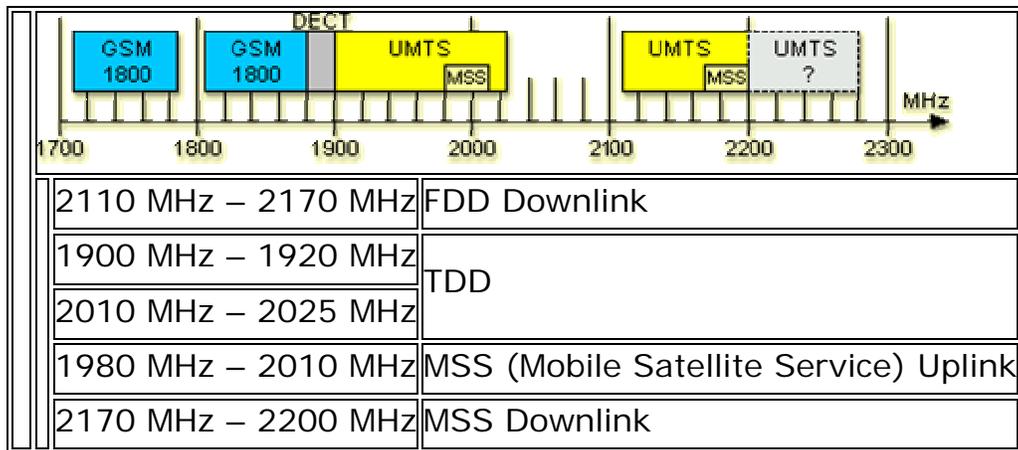


Figura 12: Divisão do espectro na tecnologia UMTS [9]

2.5.8 HIPERLAN/2

O *HIPERLAN/2* foi desenvolvido especificamente para infra estruturas wired (Ethernet) fornecendo um acesso *Wireless* de curta escala para redes IP, ATM e UMTS. O *HIPERLAN/2* opera na banda de frequência dos 5 GHz.

Uma topologia típica do *HIPERLAN/2* é apresentada na figura seguinte.

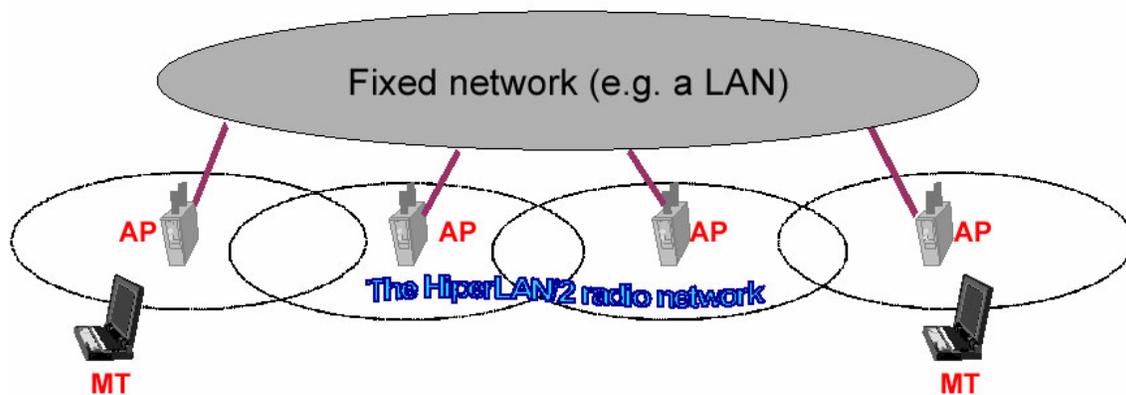


Figura 13: Rede *HIPERLAN/2*

Os terminais móveis (MTs) comunicam com um ponto de acesso (AP) num momento em relação a interface ar. Quando um MT é identificado na rede (pode ser visto como um login), passa a comunicar no tempo apenas com um único AP.

A *HIPERLAN/2* apresenta uma elevada taxa de transmissão, a camada física estende-se até 54 Mbit/s e a camada 3 até 25 Mbit/s. Para conseguir isto, a *HIPERLAN/2* utiliza a modulação denominada por *Orthogonal Frequency Digital Multiplexing* (OFMD) para transmitir sinais analógicos. OFMD é muito eficiente em meios dispersivos no tempo. Acima da camada física, o protocolo MAC executa o *time-division duplex* dinâmico para permitir a utilização do recurso rádio.

Na rede *HIPERLAN/2*, os dados são transmitidos entre os terminais móveis os pontos de acesso usando funções de sinalização que são estabelecidas a priori. As ligações são multiplexadas no tempo sobre a interface ar. Existem dois tipos de ligações, ponto-a-ponto e ponto-multiponto. A ligação ponto-a-ponto é bidireccional enquanto que a ligação ponto-multiponto é unidireccional no sentido do terminal móvel. Além disso há também um canal dedicado através do qual a transmissão alcança todos os terminais do ponto de acesso.

Em *HIPERLAN/2*, a cada conexão pode ser atribuída um nível simples de prioridade ou um QoS específico em termos da largura de banda, atraso, *jitter*, *bitrate*, etc.

Os pontos de acesso do *HIPERLAN/2* têm uma sustentação interna para o alocamento da frequência de transmissão automática dentro da área de cobertura do AP. Isto é executado pela função *Dynamic Frequency Selection* (DFS). É seleccionado um canal apropriado baseado em ambos os canais rádio que já estão em uso por outro AP e para minimizar a interferência com o ambiente. Assim, não há nenhuma necessidade para o planeamento manual da frequência como em redes celulares (GSM).

A rede *HIPERLAN/2* suporta autenticação e encriptação. Tanto o AP como o MT podem autenticar-se um ao outro para acesso autorizado à rede ou um operador de rede válido.

A encriptação pode ser usada em conexões estabelecidas para proteger os ataques à rede. Em *HIPERLAN*, a cada nó de comunicação

é dado um *HIPERLAN* ID (HID) e um Nó ID (NID). A combinação destes dois ID's identifica excepcionalmente toda a estação, e restringe a maneira como se pode conectar a outras nós de *HIPERLAN*. Todos os nós com o mesmo HID põem comunicar entre si usando um mecanismo de router dinâmico denominado *Intra-HIPERLAN Forwarding*.

A autenticação confia na existência de uma função de suporte, tal como um serviço de directórios, mas que é fora do alcance do *HIPERLAN/2*.

A sustentação para o handover permite a mobilidade de MTs. O esquema do handover é inicializado no MT, isto é, o MT usa o AP com o melhor sinal medido num instante pela SNR, e enquanto o usuário se move ao redor, todas as conexões estabelecidas movem-se para o AP com o melhor desempenho de transmissão de rádio.

Na Europa, identificam-se as bandas 5150-5350, 5470-5725 MHz (455 MHz no total) e 17.1-17.3 GHz para o uso de *HIPERLAN/2*. No entanto a banda dos 17 GHz não é habitual usar-se visto que se destina a aplicações com fins militares. Além disso a performance não é mesma que na banda dos 5 GHz.

São exigidos DFS (*Dynamic Frequency Selection*) e TPC (*Transmitter Power Control*) em uplink e downlink.

Nos Estados Unidos estão reservados 300 MHz de espectro para comunicações *Wireless*, de alto débito, de curto alcance e sem licença necessária. As frequências são 5.150-5.350 GHz e 5.725-5.825 GHz. Com esta definição a banda dos 5 GHz pode ser usada por outros sistemas que não *HIPERLAN/2*, como por exemplo o IEEE 802.11.

Já em Novembro de 2003 o FCC disponibilizou uns adicionais 255 MHz de espectro na banda dos 5470-5725 MHz. Esta nova decisão vai de encontro ao que ficou definido na WRC-03 (2003 World Radiocommunication Conference) e às resoluções adoptadas pelo ITU.

[10]

No Japão só a gama 5150-5250 MHz é que estava inicialmente regulamentada para uso de RLAN's. Mas tal como aconteceu no EUA, as recomendações da WRC-03 originaram uma gama adicional. E como

já existe nas outras regiões, a gama 5250-5350 MHz ficou também disponível para uso de redes *Wireless*.

Conseguimos com esta tecnologia ter uma cobertura na LAN de 30 m *Indoor* e 150 m *Outdoor*.

A arquitectura da *HIPERLAN/2* é facilmente adaptada e integrada com uma variedade de redes fixas. Todas as aplicações que funcionam sobre uma infra-estruturas fixas podem também funcionar sobre uma rede *HIPERLAN/2*. A figura seguinte mostra as mais utilizadas.

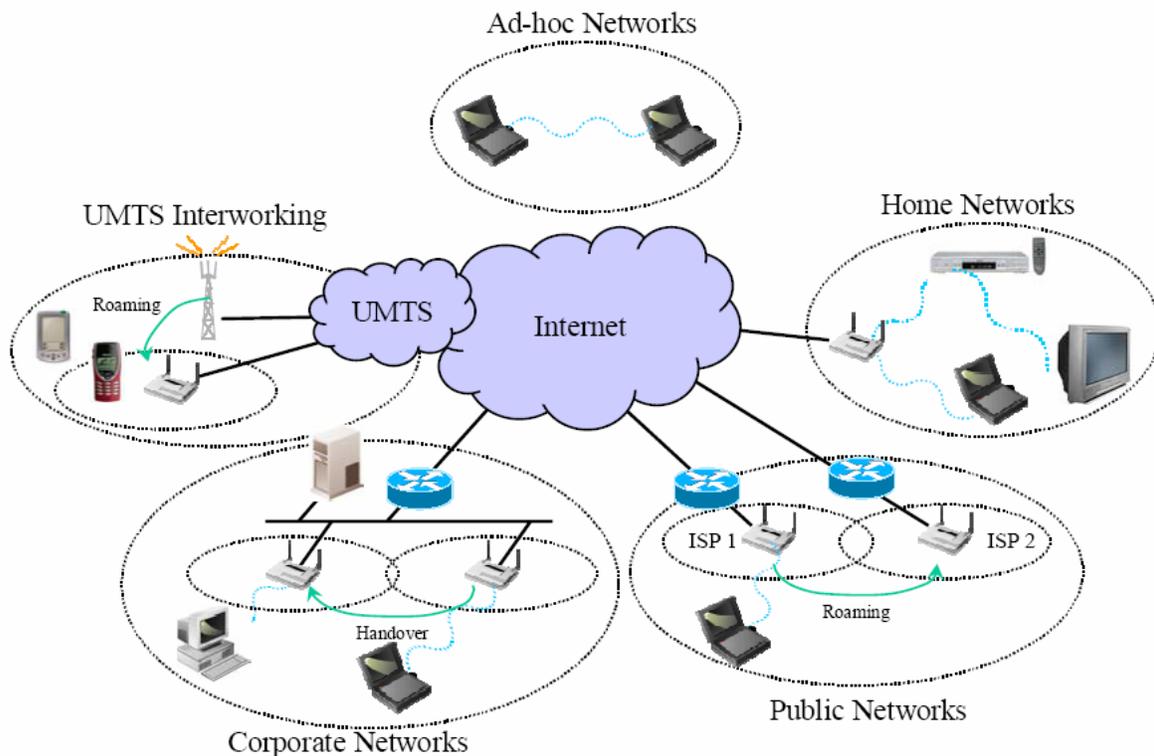


Figura 14: Cenários possíveis de aplicação do *HIPERLAN/2*

2.5.9 WiFi

O *WiFi*, ou *Wireless Fidelity* permite que qualquer pessoa se ligue à Internet em casa, num quarto de hotel ou numa conferência, sem fios. O *WiFi* é uma tecnologia *Wireless* que funciona como um telefone celular. Os computadores que permitem esta tecnologia podem emitir e receber dados *indoor* e *outdoor*, em qualquer lugar dentro da escala

da estação base. A melhor característica é a rapidez. De facto, é várias vezes mais rápida do que uma ligação por modem.

Este tipo de ligação só é possível se o computador estiver equipado e configurado com um *WiFi Certified* (um PC card ou um dispositivo similar). Uma certificação *WiFi* significa que se pode estar conectado em qualquer lugar onde haja outros produtos *WiFi* certificados compatíveis.

A certificação *WiFi* vem do *WiFi Alliance*, uma organização de comércio internacional não lucrativa que testa o equipamento 802.11 – baseado em *Wireless* para se certificar que se enquadra com o padrão *WiFi* de todos os restantes fabricantes.

As redes *WiFi* usam as tecnologias de rádio chamadas IEEE 802.11b ou IEEE 802.11^a para fornecer conectividade *Wireless* seguro, de confiança e rápido. Uma rede *WiFi* pode ser usada para ligar computadores entre si à Internet e a redes *wired* (que usam IEEE 802.3 ou Ethernet). As redes *WiFi* operam sem licença nas faixas rádio de 2.4 a 5 GHz, com taxas de transmissão de dados de 11 Mbps (802.11b) ou 54 Mbps (802.11a) ou com produtos que utilizam as duas bandas (dual band).

Uma rede *Wireless* 802.11b pode funcionar em duas modalidades, ad hoc ou LAN. Na modalidade LAN todo o tráfego passa através de um ponto de acesso *Wireless* (AP). Na modalidade ad hoc os computadores ligam-se entre si directamente sem necessidade de um ponto de acesso.

Na figura seguinte apresentamos uma possível ligação *Wireless* para LAN.

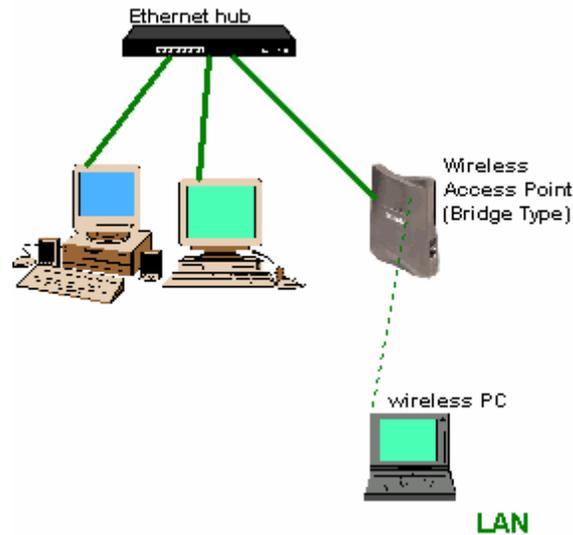


Figura 15: Possível ligação *Wireless* [11]

Qualquer adaptador da rede que está dentro da escala de um outro adaptador da rede 802.11b ou ponto de acesso pode imediatamente conectar-se à rede a menos que a WEP esteja activada. A WEP é bastante segura para a maioria das casas e negócios mas não se pense que não podem ser 'atacada'. No entanto hoje em dia é preciso ser bastante hábil para conseguir corromper uma WEP, por isso os utilizadores de redes domésticas não se devem preocupar. A WEP faz com que a rede fique um pouco mais lenta. É de esperar uma redução de 20-50% na velocidade dependendo dos produtos que se esta a utilizar. A encriptação das chaves varia dos 64 bits a 256 bits. Todos os nós da rede devem operar no mesmo nível de encriptação e com a mesma chave.

O alcance desta tecnologia depende das antenas utilizadas, mas pode variar entre os 300 metros e os 3 Km.

2.5.10 Satélite

O satélite é o meio utilizado para fazer chegar Internet, dados, LAN, conectando um grande número de sítios dispersos geograficamente, especialmente sítios onde não há possibilidade de implementar outras soluções.

Partindo do standard DVB atribuído à televisão digital, algumas companhias europeias avançaram com projectos para transmitir conteúdos multimédia para os milhares de lares que, em toda a Europa, possuem uma tradicional parabólica.

Os satélites artificiais são largamente empregues em telecomunicações, estes podem ser classificados em geostacionários ou não geostacionários de acordo com sua órbita e podem prover meios de comunicação da seguinte categoria: ponto-a-ponto, ponto-multiponto, multiponto-a-ponto e multiponto-multiponto.

Os satélites são ditos geostacionários quando estes são colocados em órbita circular em torno da terra tal que a sua velocidade de rotação seja a mesma da terra, ou seja, para um observador na terra o satélite comporta-se como se estivesse estacionário num determinado local do céu. Para a comunicação com este tipo de satélite as estações terrestres podem utilizar antenas fixas, antenas estas que apresentam um pequeno custo de operação e manutenção em relação às móveis.

Os satélites são ditos não geostacionários quando estes são colocados numa órbita circular em torno da terra tal que a sua velocidade de rotação não é a mesma da terra, ou seja, para um observador na terra o satélite comporta-se como se estivesse não estacionário num determinado local do céu. A implementação deste tipo de satélite pelas estações da terra é mais dispendioso, pois é necessária a utilização de antenas móveis para acompanhar o movimento do satélite, estas antenas apresentam um custo de operação e manutenção mais elevado.

A plataforma pode fornecer à rede o *hub* da central com múltiplas localizações espalhadas geograficamente. É possível fornecer velocidades de *downstream* acima de 52.5 Mbps e *upstream* acima de 307.2 Kbps. [2]

Uma vez pedidos os conteúdos, a rede de satélites é accionada de forma a enviar o conteúdo especificado com um elevado débito para milhares ou milhões de utilizadores em simultâneo. Para receber e decodificar esta informação é necessário dispor de um sistema de recepção de satélite tradicional (parabólica) e de uma *slot PC Card*,

através da qual a informação enviada será 'descodificada' para uma forma que o PC possa entender.

Existem algumas vantagens na utilização dos satélites, pois estes têm uma grande largura de banda e conseguem cobrir grandes áreas dando assim a todos os utilizadores as mesmas possibilidades de acesso. Mas em contrapartida também existem algumas desvantagens tais como o alto investimento, a pequena vida útil e as dificuldades relativas a manutenção e lançamento do satélite.

Hoje em dia os satélites permitem difundir sinais de televisão, áudio e dados. É possível a difusão de dados multimédia comprimidos utilizando transmissão satélite com larguras de banda de 512 Kbps, 1 Mbps e 2 Mbps. Os sistemas actuais de compressão de áudio e vídeo utilizando MP3 e MPEG4 permitem a difusão de dados multimédia com larguras de banda reduzidos e custos proporcionais a velocidade de transmissão.

Os dados são transmitidos desde a estação terrestre até ao satélite. O repetidor do satélite muda a frequência do sinal, amplifica e volta a emití-la para a zona de cobertura.

Uma possível ligação satélite esta esquematizada na figura seguinte.

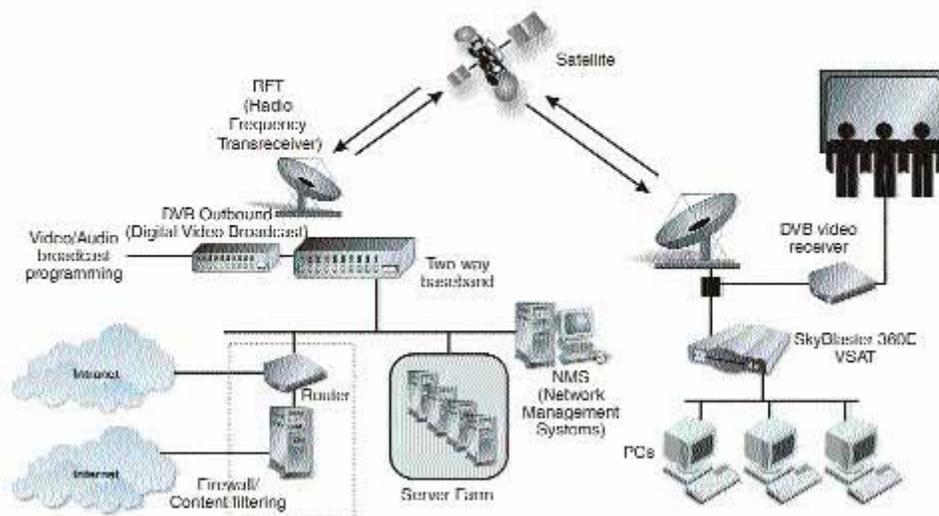


Figura 16: Possível ligação satélite [12]

Os sistemas receptores podem ter a capacidade de interligação com o sistema utilizando uma ligação terrestre de baixa velocidade e um fornecedor de serviços de Internet (ISP).

O desenvolvimento inicial de serviços sobre as plataformas IP via satélite foram o acesso à Internet de alta velocidade com suporte típico de 2 a 4 Mbps até 40 Mbps, o verdadeiro 'motor' de serviços está a ser o suporte do protocolo IP multicast, que permite a recepção simultânea da mesma informação a um número indefinido de receptores sem a necessidade de repetir o envio, porque a largura de banda necessária para a transmissão, por exemplo de uma sessão de videoconferência, é independente do número de utilizadores que recebem a sessão e somente dependerá da capacidade (em Kbps) que foi solicitada. Desta forma, o IP multicast é o substituto do formato Broadcast ao nível dos dados, obtendo todo o rendimento de uma ampla cobertura geográfica dos sistemas satélites e convertendo-os na parte fundamental dos serviços relacionados com a emissão de vídeo e áudio sobre IP assim como os serviços de distribuição massiva de ficheiros de informação.

Existem duas bandas: a banda C e a banda KU. Estas faixas de frequências são utilizadas nas comunicações com satélites que têm as seguintes características.

A banda C: Espectro de frequência segundo o IEEE: 3.9 GHz até 6.2 GHz.

Espectro de frequência comercial utilizado: 3.7 GHz até 6.425 GHz.

É utilizado um sinal de frequência 6 GHz para comunicação no sentido da terra.

A banda KU: Espectro de frequência segundo o IEEE: 15.35 GHz até 17.25 GHz.

Espectro de frequência comercial utilizada: 10.7 GHz até 18 GHz.

É utilizado um sinal de frequência 14 GHz para comunicação no sentido terra-satélite e 12 GHz no sentido satélite-terra.

3 Projectos de investimento

Antes de iniciar qualquer estudo económico necessitamos de definir alguns conceitos para que este seja compreendido por todos.

De seguida são explicados alguns conceitos económicos necessários para a validação, ou não, de um projecto de investimento.

3.1 Definição de investimento

“Um investimento consiste numa aplicação de capitais na aquisição de bens de equipamento com fim de tirar destes um proveito.” [13]

Em sentido económico, técnico e financeiro, é investimento não apenas a criação ou aquisição de activos fixos por uma empresa, mas toda a operação que tenha por objectivo adquirir ou criar meios a serem utilizados permanentemente pela empresa durante um período mais ou menos longo.

Habitualmente investimento define-se como uma aplicação financeira, com o propósito de gerar rendimentos futuros durante um certo período de tempo.

Todos os investimentos têm algumas características em comum, tais como: [14]

- Duração e faseamento, resultante do escalonamento temporal da execução do projecto.
- Rentabilidade, uma vez que se é feito um sacrifício de recursos, é sempre na expectativa das receitas futuras serem superiores ao dispêndio inicial correspondente ao custo do investimento.
- Risco, porque, tal como foi dito, existe a expectativa, não a certeza.

3.2 Principais etapas de um projecto de investimento

Para o desenvolvimento de um projecto de investimento temos como principais etapas, as que se seguem:

- Identificação
- Preparação
- Análise
- Execução, Funcionamento e Controlo

3.2.1 Identificação

Esta é a primeira etapa de um projecto de investimento, esta é também uma das mais importantes. Necessitamos de ter um conhecimento das políticas globais do desenvolvimento nacional e regional, da evolução do sector de actividade e quais as necessidades a satisfazer a curto e a longo prazo. Nesta etapa são definidos os objectivos do projecto, podendo assim definir-se a estratégia para a sua execução.

3.2.2 Preparação

Depois de identificado o projecto, começa-se a fase de preparação. Nesta fase efectua-se vários estudos, tais como:

- Estudo de mercado
- Estudo de localização
- Estudos técnicos
- Estudos de enquadramento legal
- Estudos de rentabilidade financeira e económica.

3.2.3 Análise

Após a realização dos estudos preparatórios é necessário analisar toda a informação recolhida, de forma a tomar uma decisão. Esta análise é feita segundo as várias vertentes do projecto em estudo:

Análise financeira: é o estudo que apoia a tomada de posição do investidor – detentor do capital próprio necessário ao projecto, e dos financiadores – detentores do capital alheio ao projecto. Em função das condições actuais e das previsões futuras, este estudo tem como objectivo verificar a completa recuperação dos capitais investidos, bem como a criação de um rendimento financeiro adicional suficiente para cobrir os juros do capital (próprio e alheio) e remunerar a actividade da direcção e o risco estimado no período de duração estabelecido para o projecto de investimento.

Análise Técnica: esta preocupa-se com toda a engenharia do projecto, quer em relação às instalações, quer em relação aos equipamentos a utilizar, estimando os custos de investimento.

Análise Económica ou Social: A análise económica estende o estudo do impacto do investimento a todos os agentes económicos, directa ou indirectamente relacionados com o investimento, e é usado no apoio à tomada de posição pública relativamente ao projecto. A análise faz-se em função da contribuição do investimento para o bem estar das populações (fixação de pessoas e melhoria das suas condições de vida, através da criação de postos de trabalho), em função da integração no meio físico onde se localiza o investimento, e da contribuição para a riqueza do país, tendo em conta os objectivos da política económica nacional. Muitas vezes, este tipo de análise destina-se a cativar apoios estatais para o investimento da empresa.

Análise Ambiental: Normalmente chamamos a esta análise, estudo de impacto ambiental. Esta dedica-se essencialmente a avaliação das

implicações em termos de meio ambiente físico relacionadas com o projecto.

3.2.3.1 Decisão

Nesta fase o projecto está pronto para a tomada de decisão, ou seja, mediante as necessidades da entidade promotora, este pode ser aprovado ou rejeitado. Caso este seja rejeitado podemos fazer uma nova avaliação das necessidades e características do projecto de modo a que ele seja concretizável. Se este for aceite podemos passar a fase seguinte que é a execução.

3.2.3.2 Execução, Funcionamento e Controlo

Na etapa final do projecto são desencadeadas as acções necessárias para o funcionamento do mesmo, tais como: trabalhos de construção civil, montagem de equipamentos, recrutamento e formação de pessoal, etc.

É também necessário detectar as falhas do projecto, e efectuar as respectivas correcções.

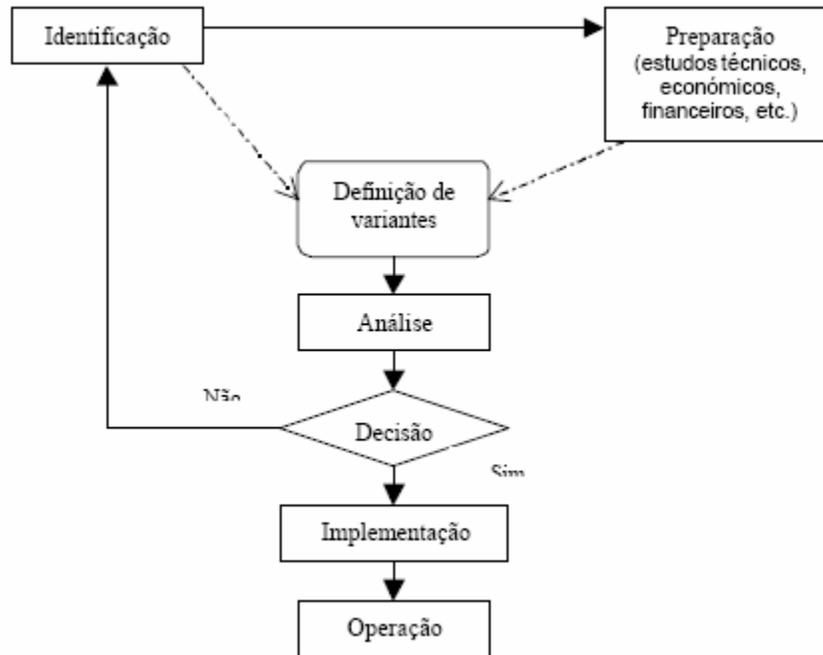


Figura 17: Fluxograma das principais etapas de um projecto de investimento[13]

3.3 Principais erros e omissões num projecto de investimento

Erros no estudo técnico

- Ausência de variantes
- Insuficiência de estudos previsionais
- Insuficiência de estudos dos elementos secundários do projecto (armazenamento de stocks, edifícios administrativos, problemas de transformação, etc)

Erros de estimação de custos

- Insuficiência de estudos técnicos
- Subestimação do período de realização
- Esquecimentos na contemplação de fundos de maneo

- Subestimação dos custos de arranque do projecto
- Estimação errada do mercado potencial
- Inflação durante o funcionamento do projecto

3.4 Conceitos económicos

3.4.1 Resultados líquidos

Num projecto de investimento é necessário prever a rentabilidade do mesmo, deste modo é necessário avaliar bem as despesas e receitas do projecto.

Nos proveitos e ganhos estão inseridas todas as parcelas positivas, ou seja, as parcelas que dão entrada na caixa. Estas parcelas dizem respeito a: receitas de exploração (vendas de mercadorias ou prestação de serviços), proveitos financeiros e ganhos extraordinários. Nos custos e perdas, encontramos parcelas com custos de mercadoria vendida e consumida, contratos, fornecimento de serviços, custos com pessoal, amortizações, custos financeiros e perdas extraordinárias.

3.4.2 Amortizações

A amortização consiste na estimativa monetária do grau de “desgaste” ou depreciação a que o bem capital foi sujeito num determinado período. [15]

O investimento permite à entidade promotora do projecto proceder a amortizações, isto é, registar na contabilidade as reintegrações do activo imobilizado em função do tempo.

Esta prática dá à empresa a possibilidade de reconstruir o montante de fundos iniciais, de modo a renovar o seu activo e conservar um potencial de produção adequado. Por sua vez, as amortizações não estão sujeitas a impostos fiscais. A amortização constitui um custo de

exploração, mas não representa uma saída de dinheiro, isto é, reflecte o consumo do factor de produção (imobilizado).

As imobilizações incorpóreas, que podem ser constituídas por trespases, licenças de utilização de software e despesas de investigação e desenvolvimento são amortizadas pelo método das quotas constantes ou pelo método dos dígitos. Os trespases decorrentes da aquisição de participações financeiras são amortizados a partir da data de aquisição, em período correspondente ao da recuperação esperada do investimento, que no máximo se situa em vinte anos.

As imobilizações corpóreas encontram-se registadas ao custo de aquisição ou produção, reavaliado de acordo com as disposições legais, com base em coeficientes oficiais de desvalorização monetária, incluindo terrenos e recursos naturais, edifícios e outras construções, equipamento básico, equipamento de transporte, ferramentas e utensílios, equipamento administrativo, etc. as amortizações são calculadas sobre o valor do custo histórico ou reavaliado, a partir do ano de entrada em funcionamento ou início de utilização dos bens, de acordo com o método das quotas constantes ou o método dos dígitos.

3.4.3 Noção de *Cash-Flow*

O *cash-flow* compreende as receitas (*cash inflows*) e os pagamentos (*cash outflows*) ao longo de um período de tempo bem demarcado, ou seja, os resultados líquidos. Se somarmos a isto as amortizações, obtemos o *cash-flow* bruto do projecto de investimento. No entanto, os resultados obtidos estão sujeitos ao imposto sobre o rendimento, pelo que, esta parcela é introduzida no cálculo do *cash-flow*.

De seguida mostramos como se calcula o *cash-flow*, bem como o esquema de cálculo do mesmo.

***Cash-Flow* = Lucros Líquidos – Investimento**

em que,

$$\text{Lucros Líquidos} = \text{Receitas} - \text{Custos Correntes} - \text{Impostos}$$

e

$$\text{Impostos} = \text{Taxa} * (\text{Receitas} - \text{Custos correntes} - \text{Depreciação})$$

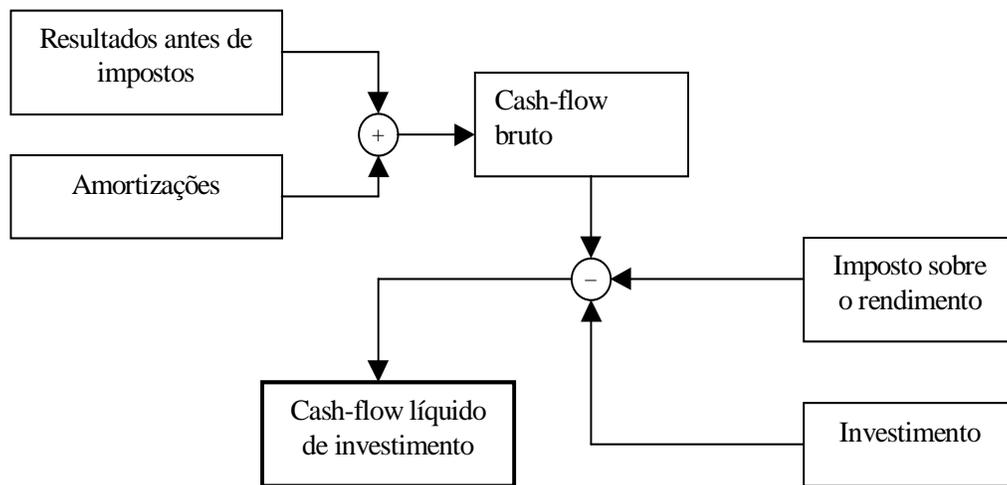


Figura 18: Cálculo do *Cash-flow*

Os *cash-flows* de um projecto de investimento são geralmente calculados sobre uma base anual. Este cálculo é necessário para todos os anos de vida do projecto de investimento. Além disso, como um projecto tem consequências de uma certa durabilidade, é conveniente estabelecer com cuidado o perfil de sobrevivência dos *cash-flows* no tempo.

No contexto dos *cash-flows*, pode designar-se o *cash-balance* como a soma de todos os *cash-flows*. Este parâmetro é igualmente calculado anualmente.

3.5 Métodos de avaliação de um projecto

Grande parte dos métodos de avaliação da oportunidade de um investimento delimitado no tempo assentam em critérios de rendibilidade utilizados na análise previsional, apoiados essencialmente no *cash-flow* de exploração.

O *cash-flow* de exploração, ou resultado bruto menos impostos, traduz-se pelos montantes que a exploração permite efectivamente libertar para reposição do investimento (via amortizações) e remunerações (via encargos financeiros do capital alheio e resultados a distribuir ao capital próprio). Deve por isso esperar-se, que ao fim do tempo de vida útil de um projecto de investimento, as amortizações e os juros acumulados igualem, pelo menos, o investimento.

O que significa que o capital físico realizado através das amortizações foi recuperado, e que o capital financeiro proveniente dos juros foi remunerado à taxa prevista.

Todos os critérios de rendibilidade que consideram o factor tempo, fazem-no através da teoria da actualização, que permite concentrar e comparar num determinado momento do projecto, fluxos financeiros de receita e despesas que se prevêem em períodos de tempo bem diferenciados.

3.5.1 Valor Líquido Actual (VAL)

Este critério traduz-se no cálculo do somatório dos *cash-flow* anuais actualizados à taxa escolhida e deduzidos do montante actualizado à mesma taxa dos investimentos.

O resultado deste procedimento denomina-se por *benefício total actualizado* e é comum ser referenciado como *Net Present Value* (NPV).[13]

O Valor Actual Líquido (VAL) de um projecto calcula-se pela seguinte fórmula:

$$VAL = \sum_{p=1}^n \frac{R_p - D_p}{(1 + TA)^p} - \sum_{p=0}^n \frac{I}{(1 + TA)^p}$$

Onde:

R_p – Receitas geradas no ano desfasado de p anos em relação ao ano de referência.

D_p – Despesas correntes de exploração no ano desfasado de p anos em relação ao ano de referência.

TA – Taxa de actualização

Na fórmula anterior, a primeira parcela corresponde ao somatório dos *cash-flow* anuais ($R_p - D_p$) de exploração dos n anos de duração do projecto, e a segunda ao somatório das despesas de investimento ao longo dos n anos de duração do projecto, sendo cada uma das parcelas actualizada à taxa TA para o ano zero do projecto.

A escolha da taxa de actualização estará relacionada com as taxas de juros estipuladas ou negociadas para o investimento, e também com a taxa de inflação implícita nas previsões de proveitos e custos.

Vantagens:

- Reconhece o valor temporal do dinheiro
- Considera todos os *cash-in* e *out-flows* que se esperam vir a ser gerados pelo projecto
- Permite incorporar vários custos de capital

Limitações:

- Requer o conhecimento do custo do capital
- Medida absoluta que não tem em conta a escala do investimento
- Pode dar resultados não satisfatórios em projectos com vidas esperadas diferentes

3.5.2 Taxa interna de rentabilidade (TIR)

O objectivo deste método é encontrar a taxa de actualização que permite igualar o somatório dos *cash-flows* de exploração ao somatório dos investimentos, ou seja, determinar a taxa de actualização para a qual o Valor Actual Líquido (VAL) do projecto é igual a zero. Ou seja:

$$VAL = \sum_{p=1}^m \frac{R_p - D_p}{(1 + TIR)^p} - I = 0$$

Se a TA for muito grande, o somatório tende para zero e o VAL é negativo. Caso contrário, se a TA for muito pequena, o VAL será positivo. É possível, então, arranjar um valor para o qual o VAL é nulo.

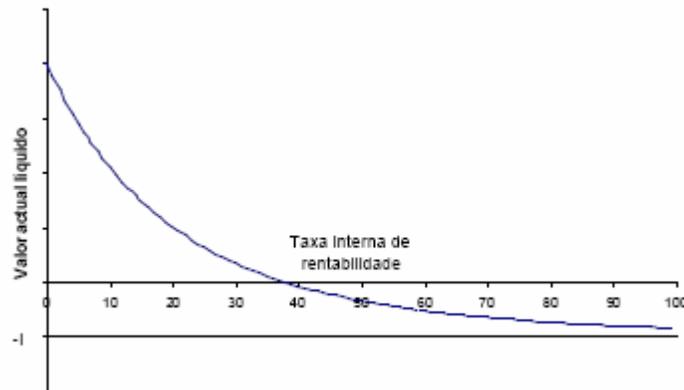


Figura 19: Gráfico do VAL em relação a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

[13]

Podemos dizer que a TIR é a taxa mais elevada a que o investidor pode contrair um empréstimo para financiar um investimento sem perder dinheiro. No entanto, e de um modo mais intuitivo, pode-se afirmar que a taxa interna de rentabilidade é a taxa de juro de um projecto de investimento.

O critério de decisão com base na TIR consiste na implementação do projecto sempre que a TIR respectiva seja superior à taxa de actualização. A TA (ou de referência) é, em geral, o custo de oportunidade do capital investido, i.e., o rendimento perdido na alternativa mais rentável ao investimento aplicado ao projecto. A taxa de referência mais utilizada é a taxa de juro dos títulos do tesouro, por ser a taxa de juro mais alta, sem riscos, existente no mercado.

Convém não esquecer que os impostos são, em geral, pagos no ano seguinte ao de um exercício pelo que no cálculo da taxa interna de rentabilidade se devem incluir como despesas os impostos devidos no ano seguinte ao último ano da análise.

Vantagens:

- Reconhece o valor temporal do dinheiro
- Considera todos os *cash in e out-flows*
- Não requer o conhecimento custo de capital
- É fácil de entender e de comparar

Limitações:

- Inexistência de TIR ou TIR múltiplas
- Conclusões erradas em mútua exclusividade
- Assume-se a possibilidade de reinvestimento dos CFL à taxa TIR

3.5.3 Período de recuperação do investimento (“*Pay-back period*”)

Este é o método pelo qual se determina o tempo que o projecto de investimento leva para recuperar o investimento.

Os projectos de investimento, têm normalmente, no início mais despesas que receitas, resultando assim num *cash-flow* negativo. Ao longo do projecto, as receitas e as despesas vão-se estabilizando, e como consequência teremos um *cash-flow* positivo. O período de tempo que decorre até obtermos *cash-flows* positivos designa-se por período de recuperação do investimento.

Vantagens:

- Fácil de calcular e entender

Limitações:

- Não permite aferir sobre a rentabilidade do projecto
- Despreza o valor temporal do dinheiro
- Despreza tudo aquilo que está para além desse prazo
- Despreza o "*Timing*" e magnitude dos *Cash-flows*

3.5.4 Comparação entre os três métodos estudados anteriormente

Os três métodos de avaliação de projectos de investimento estudados anteriormente, apesar de terem o mesmo objectivo, o da avaliação quanto a viabilidade do projecto, diferem no tipo de análise. Os métodos VAL e TIR utilizam critérios de rendibilidade, ao passo que o método do período de recuperação do investimento que utiliza critérios temporais de recuperação.

Estes três métodos complementam-se e são dos indicadores económicos mais importantes para a avaliação do projecto.

4 Ferramentas de análise técnico-económica

Ao longo dos últimos anos têm sido desenvolvidas, ao abrigo de alguns projectos Europeus, ferramentas de análise técnico-económica. A ferramenta usada neste estudo é resultante do projecto IST-2000-25172 TONIC, e tem a denominação de Tonic, a qual está desenvolvida sobre a plataforma Ms Office 2000, mais em concreto sobre Excel e Access.

4.1 Metodologia

A metodologia usada por nós é resumida pela ponte anteriormente apresentada na Figura 1.

Essa ponte traduz o nosso objectivo em encontrar um ponto de equilíbrio entre o lado da oferta e o lado da procura, tendo em conta aspectos socio-económicos, demográficos e culturais.

De modo a permitir ao leitor uma melhor compreensão da ferramenta, apresentamos de seguida um esquema do funcionamento desta, à qual se seguirá uma breve descrição do modo como foi usada por nós:

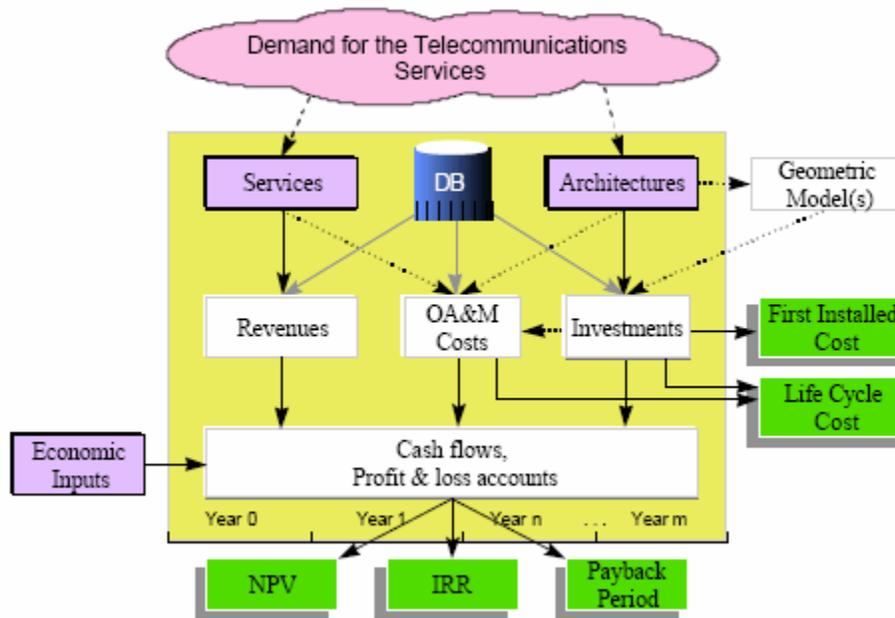


Figura 20: Esquematização da ferramenta Tonic [16]

4.1.1 Parâmetros de entrada

Os parâmetros de entrada mais importantes para o cálculo são os serviços, a descrição da arquitectura de rede e a caracterização dos componentes usados.

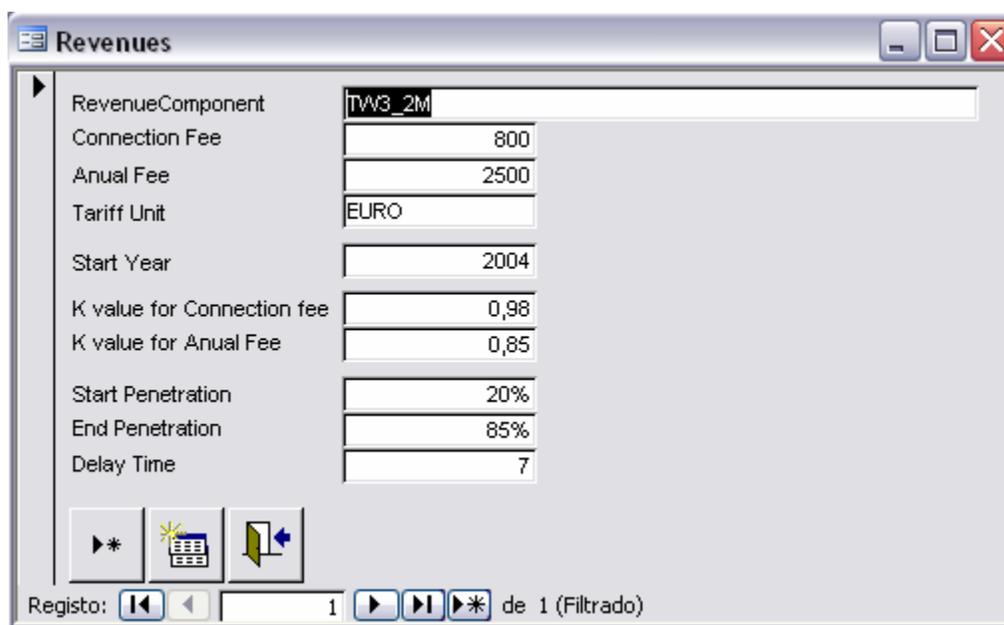
4.1.1.1 Serviços

Neste ponto é feita a caracterização dos serviços existentes na área de estudo. O serviço deverá ter como objectivo ir ao encontro das necessidades dos possíveis clientes, e deverá ter também em conta a disponibilidade que o cliente tem para pagar por tal serviço

A descrição dos serviços tem como principal objectivo a sua caracterização, em que cada serviço pode ser caracterizado pelos seguintes aspectos:

- Tarifas: tanto a tarifa anual como a tarifa de adesão;

- Taxa de penetração ao longo do período de estudo;
- Erosão da tarifa anual e da tarifa de adesão;
- Tempo que demora a atingir a taxa de penetração final.



The screenshot shows a software window titled 'Revenues'. It contains a list of parameters for a service component named 'TWS_2M'. The parameters and their values are:

RevenueComponent	TWS_2M
Connection Fee	800
Annual Fee	2500
Tariff Unit	EURO
Start Year	2004
K value for Connection fee	0,98
K value for Annual Fee	0,85
Start Penetration	20%
End Penetration	85%
Delay Time	7

At the bottom of the window, there are navigation buttons and a status bar that reads 'Registo: 1 de 1 (Filtrado)'.

Figura 21: Folha descritiva dos serviços.

Numa breve descrição da Figura 21 temos os seguintes campos com as seguintes funções:

RevenueComponent: Nome do serviço;

Connection Fee: Tarifa de adesão;

Annual Fee: Tarifa anual;

Tarif Unit: Moeda usada no estudo;

Start Year: Ano em que é introduzido o serviço no mercado;

K value for Connection Fee: Constante de decaimento da tarifa de adesão;

K value for Annual Fee: Constante de decaimento para da tarifa anual;

Start Penetration: Penetração inicial do serviço;

End Penetration: Penetração final (também designada por saturação)

Delay Time: Tempo (em anos) que demora a atingir a penetração final.

Temos assim que para os valores introduzidos acima, o seguinte gráfico com as curvas referentes à taxa de penetração, à tarifa anual e à tarifa de adesão.

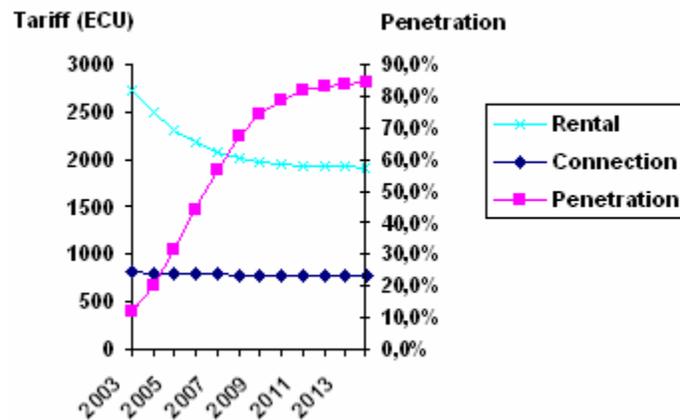


Figura 22: Curvas da penetração, Tarifa anual, Tarifa de Adesão correspondentes a um dado serviço

Deste modo torna-se mais fácil a compreensão da evolução de um serviço.

4.1.1.2 Arquitectura de rede

Aqui serão definidos os pormenores da arquitectura com capacidade para fornecer os serviços descritos anteriormente. A planificação desta arquitectura está fora do âmbito desta ferramenta e deverá ser especificada antes de se começar a introduzir os dados na ferramenta. No entanto a ferramenta possibilita a divisão da arquitectura em pontos de flexibilidade, em que podemos distribuir os componentes usados pela sua localização. Na Figura 23 podemos ver o aspecto do modelo que é utilizado pela ferramenta. A cada ponto de flexibilidade (FPx) estão associados componentes, os quais por sua vez são

definidos e caracterizados numa base de dados que é parte integrante da ferramenta.

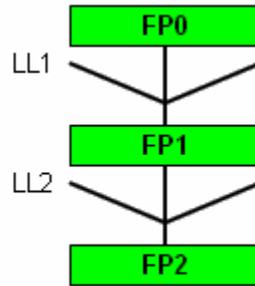


Figura 23: Caracterização do modelo

4.1.1.3 Componentes

De seguida na Figura 24 é possível observar o aspecto da janela onde é caracterizado um determinado componente.

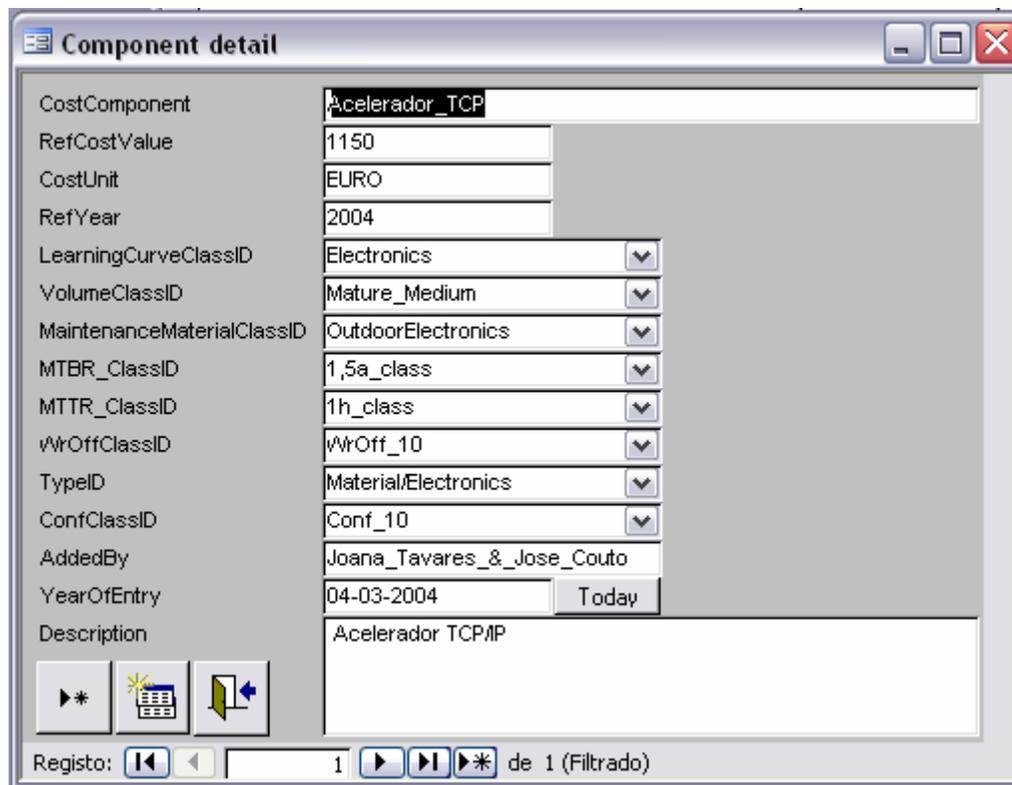


Figura 24: Aspecto da janela de definição dos componentes

Não é nosso objectivo desta vez descrever cada campo desta janela, podendo a sua descrição ser encontrada nos *deliverables* do Tonic, sendo contudo nosso objectivo fornecer uma breve explicação da utilidade desta janela.

É nesta janela que os dados relativos às curvas de envelhecimento, MTBF (*Mean Time Between Failure*), manutenção e evolução dos preços são definidos.

Ficam assim deste modo descritos todos os principais *inputs* da ferramenta. Torna-se possível deste modo determinar os investimentos que serão realizados em cada ano durante a duração do estudo.

4.2 Resultados da ferramenta

Ao avaliar projectos de investimentos, e pelo que já foi dito, são normalmente usados certos indicadores como é o caso do **Período de Recuperação** (*Payback Period*), o **Valor Actual Líquido** (*Net Present Value*) e a **Taxa Interna de Rentabilidade** (*Internal Rate of Return*). Além destes itens, a ferramenta apresenta os seguintes resultados económicos:

- **Investimentos:** A metodologia do **Tonic** permite que os investimentos sejam faseados durante o período de duração do estudo.
- **Receitas:** Estas são calculadas a partir da associação das tarifas com as taxas de penetração de cada serviço. Tal associação é referenciada no tempo e é feita na folha **Service Penetration**.
- **Lucros:** Os lucros são calculados a partir das receitas, investimentos e respectivas taxas.

Ferramentas de análise técnico-económica

Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	Auto Update										
Service		Penetr.									
TW3_2M	1	11,99%	20,00%	31,08%	44,14%	56,89%	67,26%	74,51%	79,06%	81,72%	83,22%
TW3_128k	1	0,55%	1,00%	1,77%	3,01%	4,79%	7,02%	9,34%	11,33%	12,79%	13,73%

Figura 25: Folha das taxas de Penetração

As penetrações da Figura 25 são resultado das características do serviço em questão, como se pode ver os valores correspondentes ao serviço TW3_2M correspondem à curva cor-de-rosa da Figura 22.

NPV	88.167	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
IRR	18,9 %									
Investments		50.420	32.996	44.257	62.292	65.865	75.665	60.678	50.465	39.567
Running Costs		3.499	4.591	5.413	6.676	8.125	9.659	11.019	11.891	12.487
Revenues		20.850	31.534	46.230	62.191	77.433	90.245	99.991	105.197	108.528
Cash Flows		-33.069	-6.053	-3.439	-6.777	3.443	4.921	28.294	42.841	56.473
Depreciations		24.093	21.172	28.689	43.391	49.702	61.236	57.520	54.416	50.090
Profits		-6.742	5.771	12.128	12.124	19.607	19.350	31.452	38.890	45.950
Taxable Income		0	0	11.157	12.124	19.607	19.350	31.452	38.890	45.950
Taxes		0	0	3.347	3.637	5.882	5.805	9.436	11.667	13.785
Retained Cash Flows		-33.069	-6.053	-6.787	-10.414	-2.439	-884	18.858	31.174	42.688
Cash Balance		-33.069	-39.122	-45.908	-56.323	-58.762	-59.646	-40.787	-9.613	33.075

Figura 26: Aspecto dos resultados económicos da ferramenta

Na Figura 26 são visíveis os resultados económicos que foram referenciados anteriormente.

Adicionalmente ao que foi aqui falado, em alguns estudos será necessário fazer o estudo do modelo geométrico. Essa abordagem não será aqui descrita pois não foi necessária no estudo efectuado por nós. O objectivo de tal estudo é caracterizar os custos de instalação das condutas e cabos que os operadores terão ao instalar a rede.

Uma vez que as soluções propostas para o nosso estudo foram sempre soluções sem fios, não faria sentido uma tentativa de dimensionamento de despesas de instalação de cabos e condutas porque estas são praticamente inexistentes.

5 Estudo de caso

Com este estudo pretende-se estudar a viabilidade económica, da implementação de banda larga, em zonas periféricas e rurais. Para tal foi definida uma metodologia para avaliar os riscos de tal investimento do ponto de vista de um possível operador.

De seguida são descritos os passos que se tiveram em conta para o investimento, tal como a descrição das zonas de implementação e dos serviços disponibilizados.

5.1 Caracterização dos locais

Neste trabalho será alvo de estudo a região de *Lot*, em França. Na figura seguinte pode ver-se a localização geográfica da referida região.

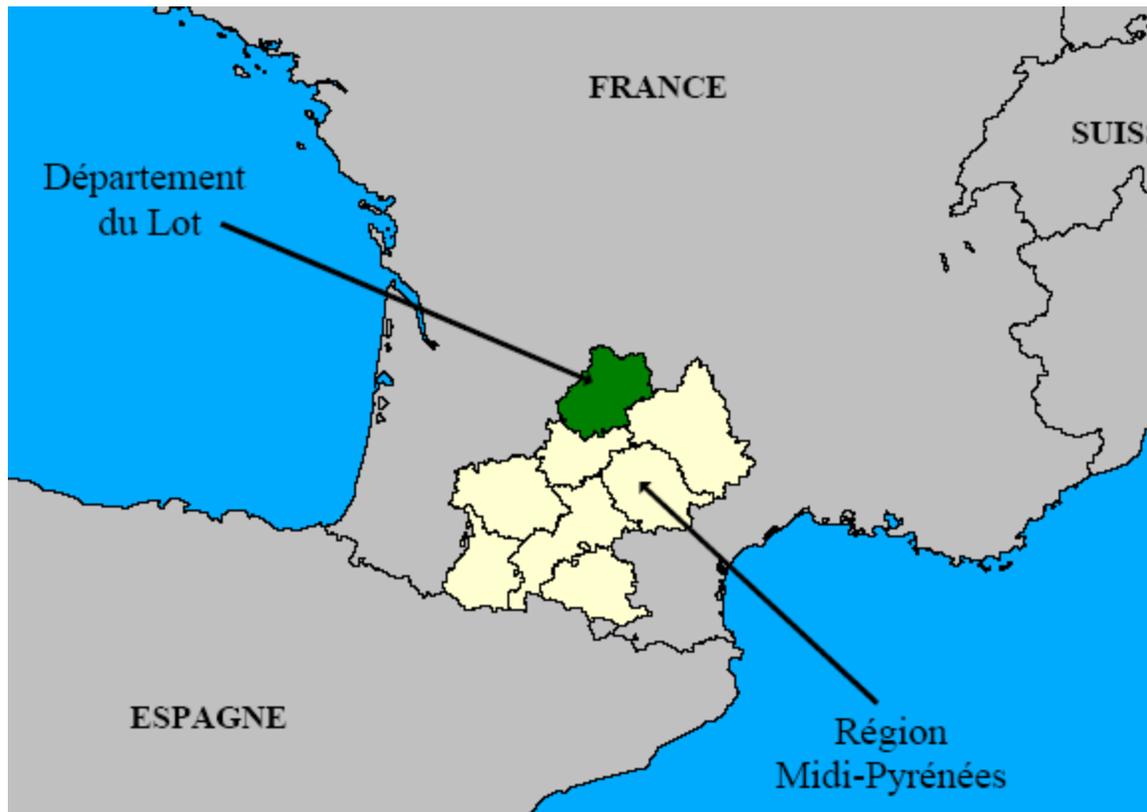


Figura 27: Localização da região de Lot [17]

Dentro da região de *Lot* serão efectuados dois estudos que correspondem a vertentes diferentes:

- Estudo a nível de comunidades, em que a distribuição e colocação de equipamentos é feita tendo em conta as necessidades das várias entidades de cada comunidade
- Estudo a nível empresarial em que a distribuição e colocação do equipamento no terreno é feita à medida das necessidades das empresas.

5.1.1 Caracterização das comunidades

No mapa abaixo podemos ver a localização das comunidades dentro da região de *Lot*.



Figura 28: Localização das comunidades na região de *Lot*

5.1.1.1 Caracterização de *Martel*

- Cerca de 1500 habitantes;
- Aproximadamente 35 Km² de área;
- Colégio com 200 alunos, com necessidade de ligação a outros colégios para troca de informações e viabilização de aplicações pedagógicas inovadoras;
- Os serviços administrativos, assim como algumas empresas no centro da vila justificam a existência de uma rede local;
- Algumas entidades públicas têm a intenção de se ligarem, como por exemplo a *Mairie*, a *Gerdarmerie*, e o *Office du tourisme*.

5.1.1.2 Caracterização de *Montcuq*

- Aproximadamente 1400 habitantes;
- Cerca de 32 Km² de área;
- A *Bibliothèque\Médiathèque* tem por missão a sensibilização do público para as TIC e de os iniciar em aplicações inovadoras, tais finalidades exigem um acesso em banda larga para permitirem a troca de conteúdos interactivos;
- O colégio possui cerca de 130 alunos, e necessita de uma ligação a outros colégios para troca de informações e para sessões de videoconferência;

5.1.1.3 Caracterização de *Leyme*

- Cerca de 1000 habitantes;
- Área aproximadamente de 5 Km²;
- As principais entidades com necessidade de ligação são a *Mairie*, a escola primária, e o centro hospitalar especializado.

5.1.1.4 Caracterização de *Salviac*

- Aproximadamente 1200 habitantes;
- Cerca de 30 Km²;
- Colégio com 200 alunos, com necessidade de ligação a outros colégios para troca de informações e viabilização de aplicações pedagógicas inovadoras. Têm por hábito a realização de videoconferência com um colégio Espanhol.
- As aplicações multimédia desenvolvidas em *Salviac* focam a iniciação à Internet, acompanhamento ao uso das TIC, promoção turística de *Salviac* (através de postais electrónicos) e apoio à criação de sites;
- Possibilidade de ligação em rede da *Mairie*, do ponto multimédia e da *Gendarmerie*

5.1.2 Caracterização dos pólos industriais

- *Pépinière* (incubadora de empresas)
- *Parc des Expositons*, com um número máximo de 24 stands ligados à Internet
- *Zone Artisanal* (zona industrial)

5.2 Características do projecto

Como referido anteriormente este estudo será dividido em duas partes, contudo existem dados em comum, nomeadamente a tarifa mensal do acesso à Internet.

Os preços praticados para a largura de banda oferecida de Internet são apresentados na Figura 29.

	Comunidades
	Montcuq, Martel, Leyme, Salviac
Serviço de acesso (1024 Kbps/128 Kbps)	1.732,38 €

Figura 29: Preços de acesso à Internet praticado pelo operador

5.3 Zona Residencial

Este estudo de caso refere-se a estudos particulares de comunidades, como mostra a seguinte figura.

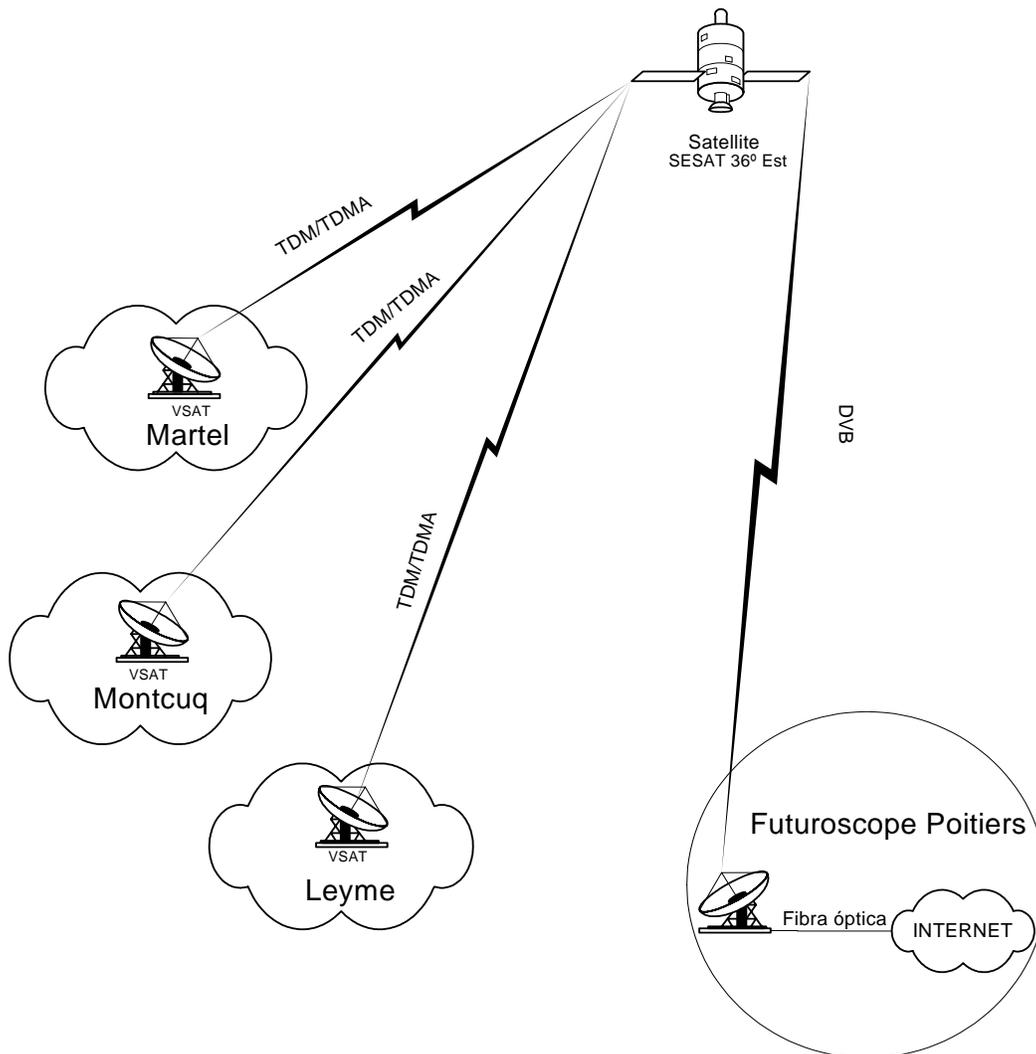


Figura 30: Descrição do caso geral

Nas diferentes comunidades foi feita a distinção entre clientes residenciais e clientes empresariais, sendo que a diferença entre estes é a velocidade de transmissão. Para clientes empresariais temos velocidades de 1024 Kbps (download) e 128 Kbps (upload), nos clientes residenciais temos 128 Kbps (download e upload), isto é, cada cliente empresarial 'representa' seis clientes residenciais. Esta diferença de velocidades traduz-se principalmente no valor das tarifas de adesão e nas tarifas anuais a pagar por cada cliente.

Nos esquemas seguintes, que representam a arquitectura de rede para cada comunidade, os clientes residenciais estão representados pelas 'casinhas' cor-de-laranja enquanto que os clientes empresariais são as casas verdes. De notar ainda, que nos clientes residenciais não está esquematizado o equipamento terminal de cada cliente, esta omissão resulta do facto de não querermos sobrecarregar a imagem. No entanto o equipamento terminal de cada cliente residencial é igual ao equipamento terminal dos clientes empresariais (antena omnidireccional e dispositivo conversor do sinal *WiFi* em LAN).

5.3.1 Comunidade de *Martel*

Na Figura 31 encontra-se representada uma possível configuração para a comunidade de *Martel*.

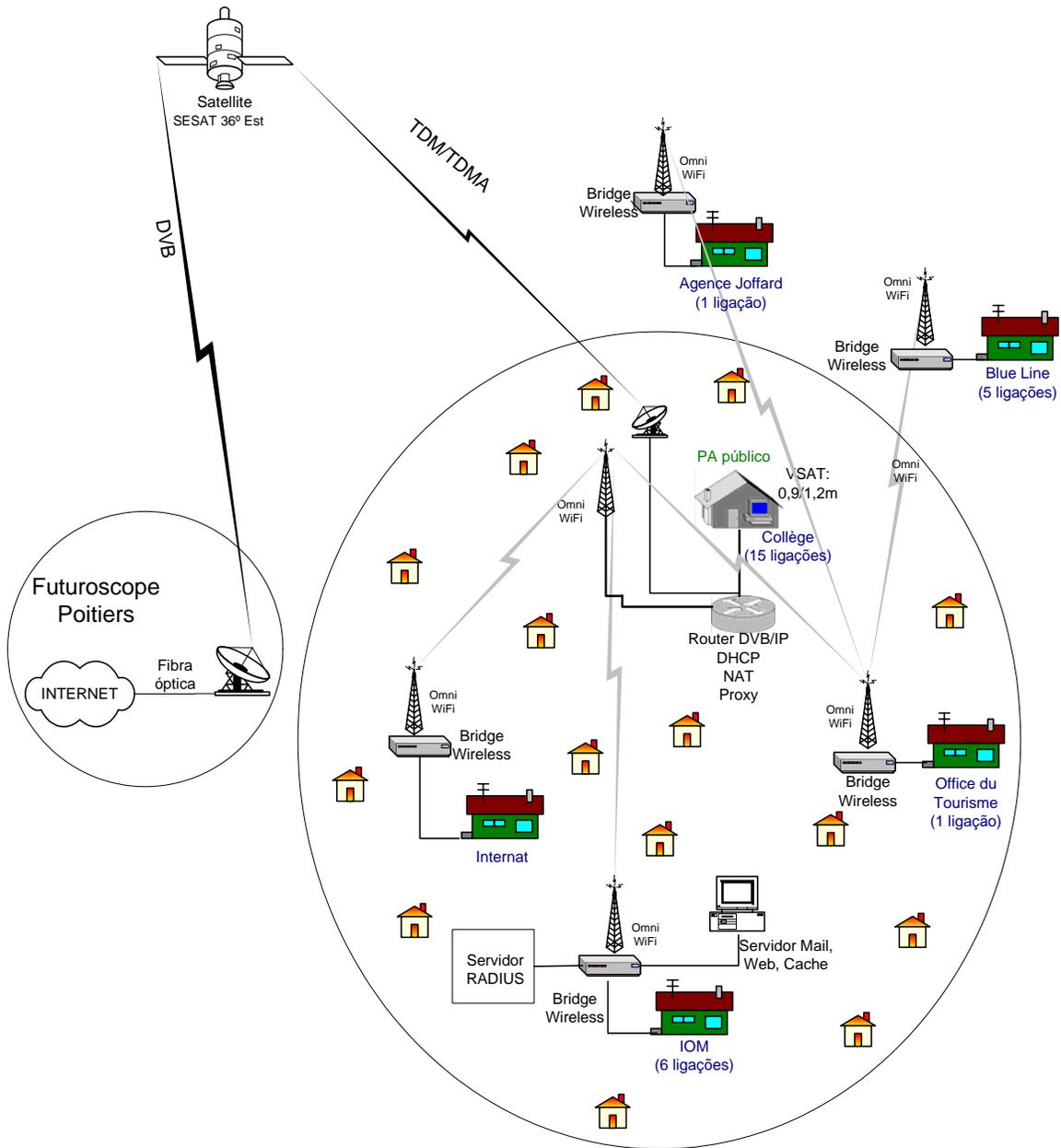


Figura 31: Comunidade de Martel

Em *Martel* o equipamento de recepção via satélite e plataformas de gestão e encaminhamento estão no edifício do *Collège* bem como o ponto de acesso público.



Figura 32: Receptor satélite

O router que aqui existe faz o encaminhamento do sinal *WiFi* para a antena omnidireccional.

O servidor de autenticação RADIUS e o servidor de mail, web e cache estão no edifício do *I.O.M.*



Figura 33: Edifício do *IOM*

O sinal distribuído pela antena omnidireccional será captado por uma outra antena omnidireccional que está ligada a uma bridge *Wireless* que fará a conversão do sinal *WiFi* para LAN. Por sua vez este dispositivo está ligado a um router que vai interligar os vários computadores.



Figura 34: Antena omnidireccional central

É necessário uma outra antena omnidireccional, que se encontra no *Office du Tourisme*, para distribuir sinal *WiFi* para a *Agence Joffard* e para a *Blue Line* uma vez que este não se encontra no alcance da antena omnidireccional central.



Figura 35: Agence Joffard



Figura 36: Blue Line

O equipamento receptor do *WiFi* e distribuidor de LAN é o mesmo dos outros postos.

Na Figura 37 são apresentados os preços do equipamento necessário para a comunidade de *Martel*.

	Edifício pertencente ao departamento du lot	Local				Aquisição	
		Equipamento exterior		Equipamento interior		Equipamento informático	
		Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA
Collège	Sim	Antena satélite	2093,00	Router satélite	1196,00	Servidor Cobalt	2093,00
		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Internat	Sim	Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
I.O.M réfèrent technique		Antena WiFi Omnidireccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32	Portátil	1794,00
Office du tourisme		Antena Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Blue Line		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
Agence Joffard réfèrent local		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
TOTAL			4243,40		9957,92		3887,00

Figura 37: Preços dos componentes para a comunidade de *Martel*¹.

¹ Nesta tabela, e nas seguintes tabelas semelhantes, a *réfèrent local* e a *réfèrent technique*, dizem respeito respectivamente, ao responsável pela a experiência na comunidade e o responsável pelo apoio técnico da experiência.

5.3.2 Comunidade de *Leyme*

A comunidade de *Leyme* apresenta a configuração da Figura 38.

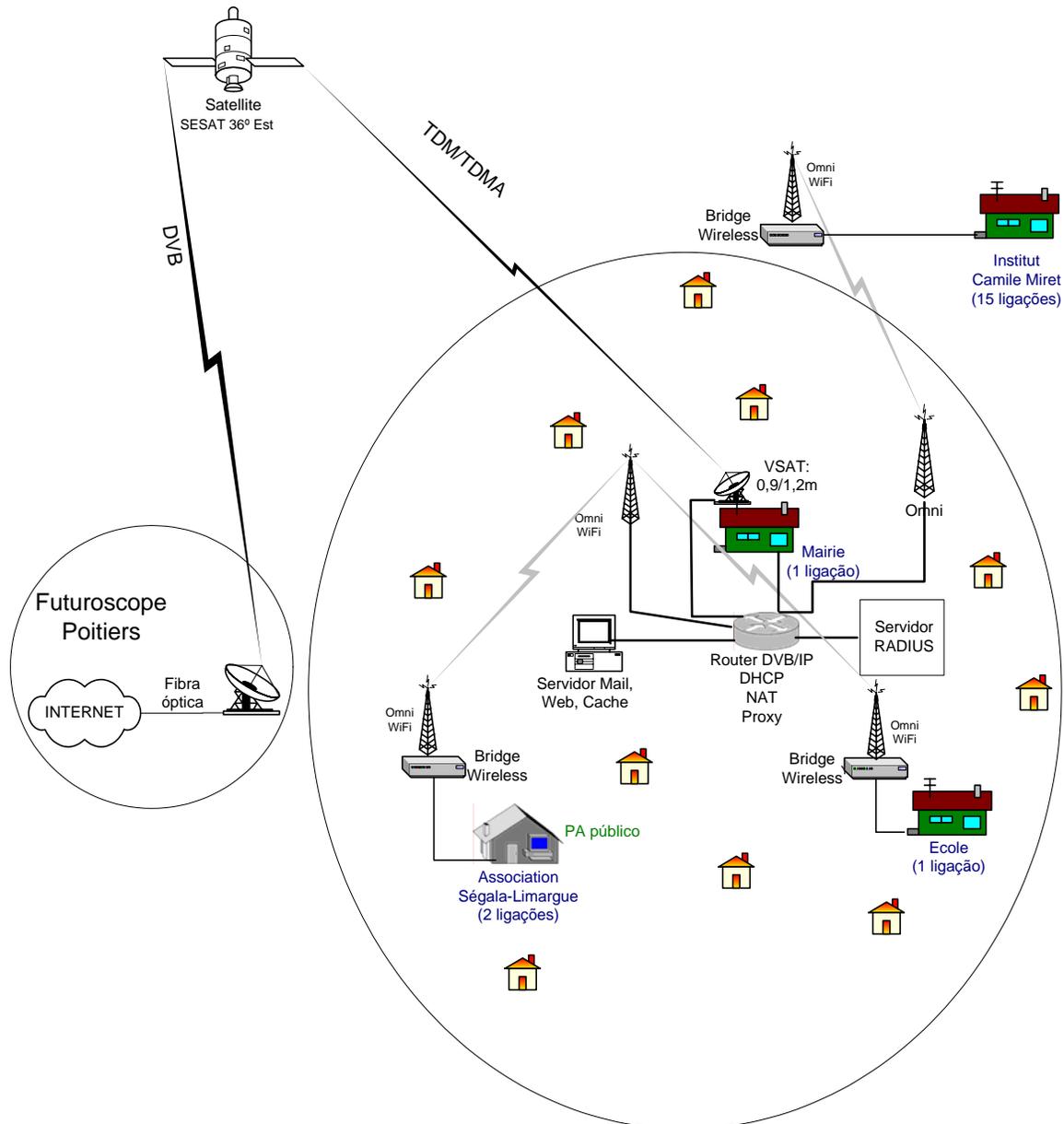


Figura 38: Comunidade de *Leyme*

Em *Leyme* o equipamento de recepção via satélite e plataformas de gestão e encaminhamento estão no edifício *Mairie*, encontrando-se também aqui o servidor de autenticação RADIUS e o servidor de mail, web e cache. O ponto de acesso público encontra-se no edifício da *Association Ségala-Limargue*.

Também no caso de *Leyme* o sinal *WiFi* emitido pela antena omnidireccional é recebido por um antena omnidireccional que depois é convertido por uma bridge *Wireless* e distribuído para os vários usuários por um router.

Tal como no caso de *Martel* também aqui é necessário outra antena omnidireccional para que o *Institut Camile Miret* receba o sinal *WiFi*, uma vez que se encontra fora do alcance da antena omnidireccional central. O equipamento receptor do *WiFi* e distribuidor de LAN é o mesmo dos outros postos.

Na

Figura 39 são apresentados os preços do equipamento necessário para a comunidade de *Leyme*.

	Edifício pertencente ao departamento do lot	Local				Aquisição	
		Equipamento exterior		Equipamento interior		Equipamento informático	
		Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA
Mairie réfèrent local	Sim	Antena satélite	2093,00	Router satélite	1196,00	Servidor Cobalt	2093,00
		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Ecoles		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
Association Ségala Limargue réfèrent technique		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32	Portátil	1794,00
Institute Camile Miret		Antena Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
TOTAL			3616,70		7037,28		3887,00

Figura 39: Preços dos componentes para a comunidade de *Leyme*

5.3.3 Comunidade de *Montcuq*

A comunidade de *Montcuq* apresenta a configuração da Figura 40.

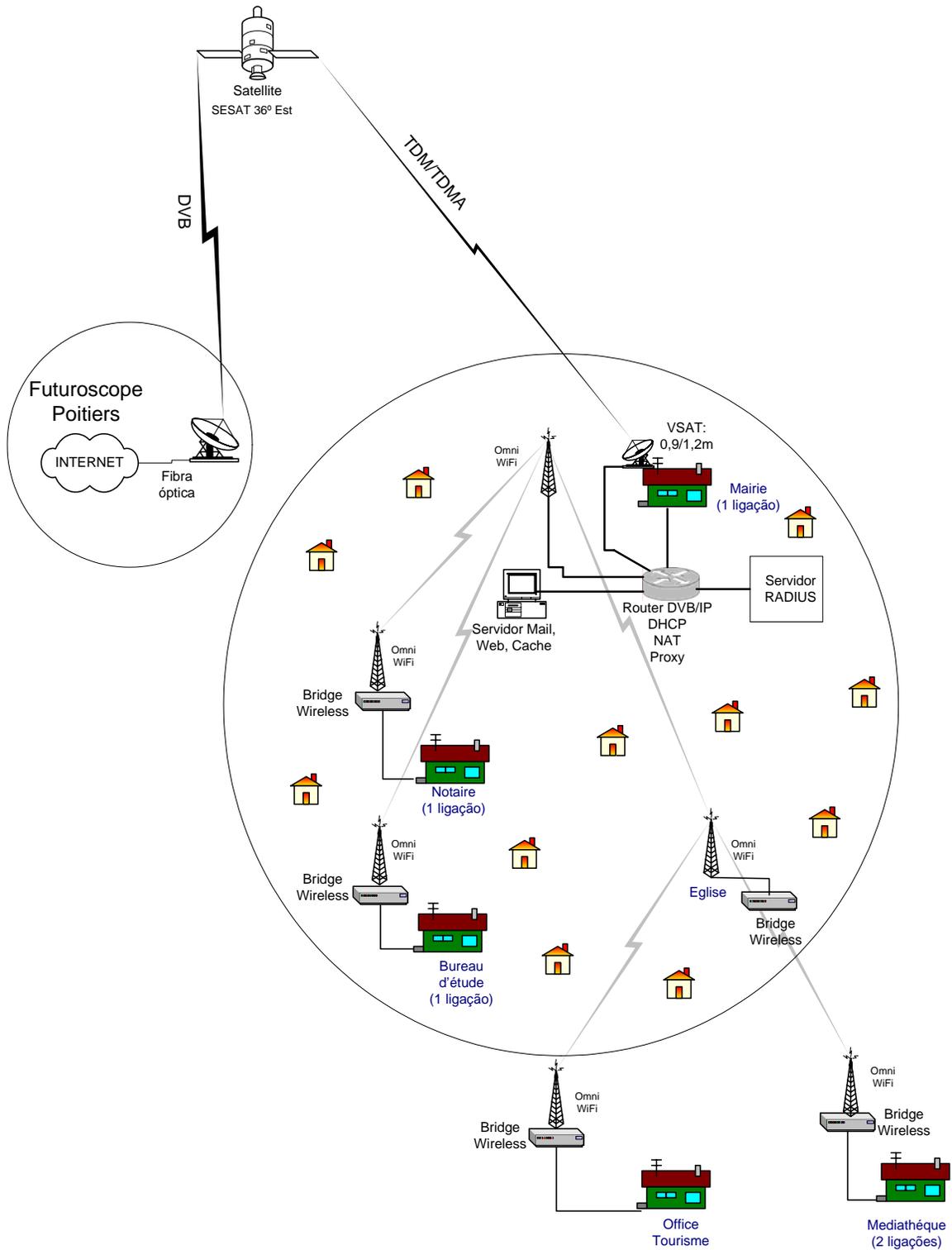


Figura 40: Comunidade de *Montcuq*

Em *Montcuq* o equipamento de recepção via satélite e plataformas de gestão e encaminhamento estão no edifício do *Mairie*, encontrando-se



Figura 41: Mairie

também aqui o servidor de autenticação RADIUS e o servidor de mail, web e cache, bem como o ponto de acesso público.

Também neste caso o sinal *WiFi* é distribuído pela antena omnidireccional e posteriormente captado por uma antena omnidireccional que está ligada a uma bridge *Wireless* que fará a conversão do sinal.



Figura 42: Antena omnidireccional central

Na *Eglise* existe uma antena omnidireccional e uma bridge *Wireless*, que funcionam como repetidor para que o sinal chegue até ao edifício da *Médiathèque* e do *Office du tourisme*.



Figura 43: Antena omnidireccional do repetidor situado na *Eglise*



Figura 44: Antena da *Médiathèque*

Na Figura 45 são apresentados os preços do equipamento necessário para a comunidade de *Montcuq*.

	Edifício pertencente ao departamento do lot	Local				Aquisição	
		Equipamento exterior		Equipamento interior		Equipamento informático	
		Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA
Mairie réfèrent local		Antena satélite	2093,00	Router satélite	1196,00	Servidor Cobalt	2093,00
		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Bureau d'étude Espitalier		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
Office du tourisme		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
Eglise		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Médiathèque réfèrent technique		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32	Portátil	1794,00
Notaire		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
TOTAL			3702,80		9957,92		3887,00

Figura 45: Preços dos componentes para a comunidade de *Montcuq*

5.3.4 Comunidade de *Salviac*

A comunidade de *Salviac* apresenta a configuração da Figura 46.

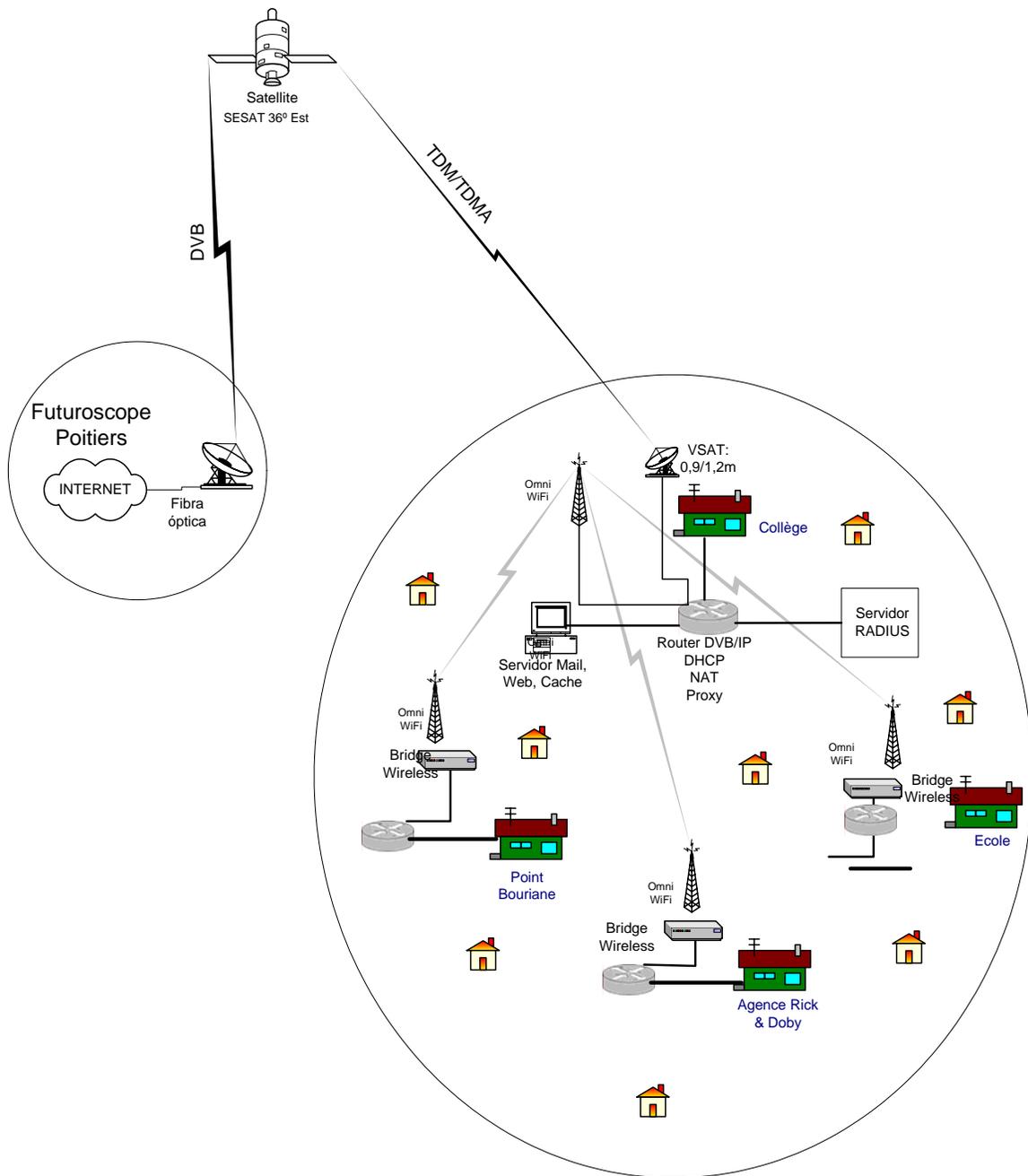


Figura 46: Comunidade de Salviac

Em *Salviac* o equipamento de recepção via satélite e plataformas de gestão e encaminhamento estão no edifício *Collège*, encontrando-se também aqui o servidor de autenticação RADIUS e o servidor de mail, web e cache, bem como o ponto de acesso público.



Figura 47: Receptor satélite

Também no caso de *Salviac* o sinal *WiFi* emitido pela antena omnidireccional é recebido por um antena omnidireccional que depois é convertido por uma *bridge Wireless* e distribuído para os vários usuários por um router.



Figura 48:Antena omnidireccional central

Nesta comunidade não há necessidade de mais antenas omnidireccionais, uma vez que todos os edifícios se encontram dentro do alcance da antena omnidireccional central.

Na Figura 49 são apresentados os preços do equipamento necessário para a comunidade de *Salviac*.

	Edifício pertencente ao departamento do lot	Local				Aquisição	
		Equipamento exterior		Equipamento interior		Equipamento informático	
		Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA	Descrição	Custo com IVA
Collège	Sim	Antena satélite	2093,00	Router satélite	1196,00	Servidor Cobalt	2093,00
		Antena WiFi Omnidireccional	178,20	Ponto WiFi	1460,32		
Agence Immobilière		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32		
Point Bouriane réfèrent technique réfèrent local		Antena WiFi Direccional	448,50	Ponto WiFi	1460,32	Portátil	1794,00
TOTAL			3168,20		5576,96		3887,00

Figura 49: Preços dos componentes para a comunidade de *Salviac*

5.4 Enquadramento e pressupostos para as comunidades

No ponto 5.3 foram descritas as características económicas que uma zona rural tem que pagar para ter acesso à banda larga. Seguidamente será efectuado o estudo na óptica do operador de modo a que este tenha uma TIR na ordem dos 10%. O estudo será efectuado para uma comunidade em geral, e não para cada uma das comunidades anteriormente faladas.

5.4.1 Definição da arquitectura

Sendo a arquitectura de rede das diferentes comunidades a mesma, e tendo estas um número idêntico de habitantes e empresas, são apresentados na Figura 50 os resultados obtidos pela ferramenta TONIC para uma das comunidades:

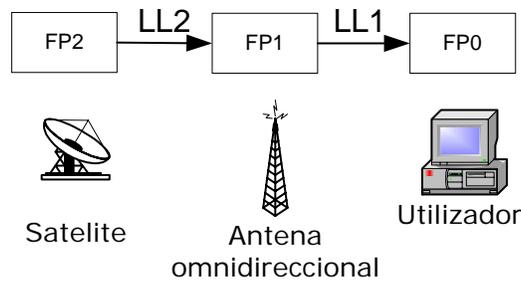


Figura 50: Pontos de flexibilidade

Em cada um destes pontos de flexibilidade foram introduzidos os componentes que estão representados na Figura 51.

Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Component	Level	Volume										
Acelerador TCP	FP2		1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
TCP Inst & Config	FP2		1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
Terminal satellite	FP2		1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
TW3	FP2		12	24	36	60	84	120	156	192	228	264
Emissor wifi	FP1		1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
wifi inst & config	FP1		1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
Emissor wifi	FP0		20	35	58	87	123	160	190	213	228	237
wifi inst & config	FP0		20	35	58	87	123	160	190	213	228	237

Figura 51: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade

É de notar que o número de componentes anual representa o acumulado de todas as existências anuais até à data.

Salienta-se o facto do acelerador TCP, emissor *WiFi* e de o terminal satélite terem uma capacidade de suportar um conjunto de clientes (este conjunto é definido pela largura de banda disponibilizada, ou seja, depende se estamos a falar de clientes residenciais ou de clientes empresariais) e assim sendo, quando esta capacidade for excedida teremos que fazer um novo investimento.

5.4.2 Modelo de tarifário

O modelo de tarifário usado neste estudo é composto por uma tarifa de adesão e uma tarifa anual.

Os valores das tarifas no ano inicial do projecto de investimento:

Por clientes residenciais são:

- Tarifa de adesão = 100 €
- Tarifa anual = 350 €

Por clientes empresarias são:

- Tarifa de adesão = 800 €
- Tarifa anual = 2500 €

Uma vez que os clientes empresariais têm uma taxa de transmissão mais elevada do que os clientes residenciais estes pagam 208 € e 29 €

mensais, respectivamente. Todos eles podem usufruir do serviço sem limites de utilização, dá-se a este tipo de taxaço o nome de tarifa plana.

Ao longo dos anos, como é normal, cada uma destas tarifas vai sofrer uma erosão. Esta erosão, ou seja, o decréscimo das tarifas dever-se-á principalmente ao facto que à medida que a taxa de penetração aumenta, a procura dos serviços tende a estabilizar e o preço do equipamento a descer.

Assim, a erosão da tarifa de adesão é de 2% ao ano e da tarifa anual é de 5% ao ano.

De seguida está ilustrado graficamente a evolução ao longo dos anos da tarifa de adesão e tarifa anual, na Figura 52 e na Figura 53, respectivamente.

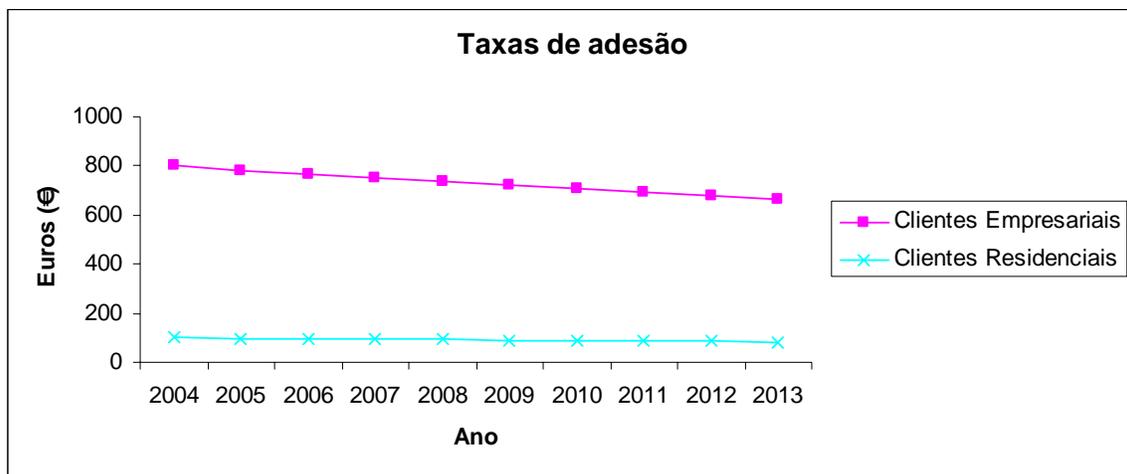


Figura 52: Evolução da tarifa anual

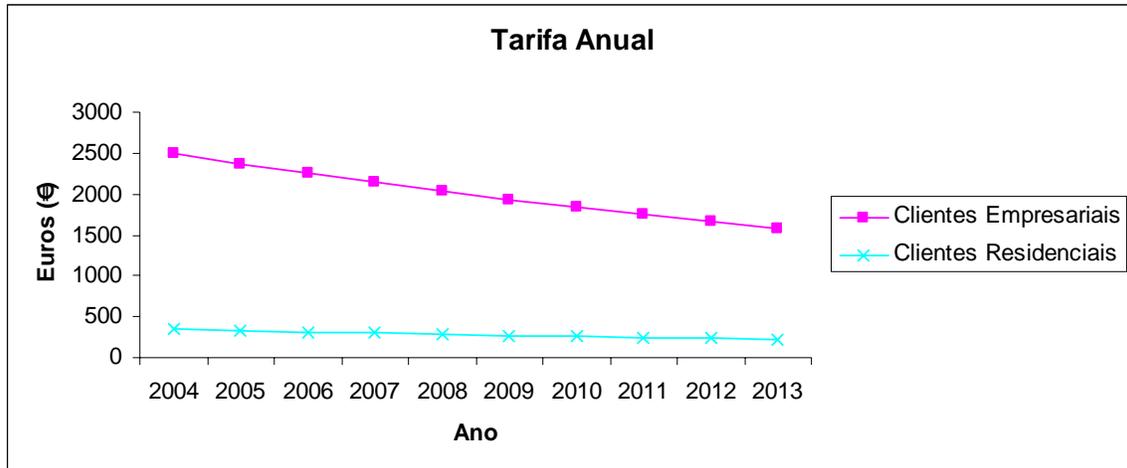


Figura 53: Evolução da tarifa anual

5.4.3 Penetração ao serviço

Neste projecto foi considerado que teríamos:

Penetração inicial:

- Cliente empresariais: 20 %
- Clientes residenciais: 1 %

Penetração final:

- Clientes empresariais: 85 %
- Clientes residenciais: 15 %

Na primeira representação gráfica temos as penetrações em percentagem, enquanto que no segundo temos essas penetrações em número absoluto, de número de clientes, por segmento de mercado ao longo dos anos de projecto.

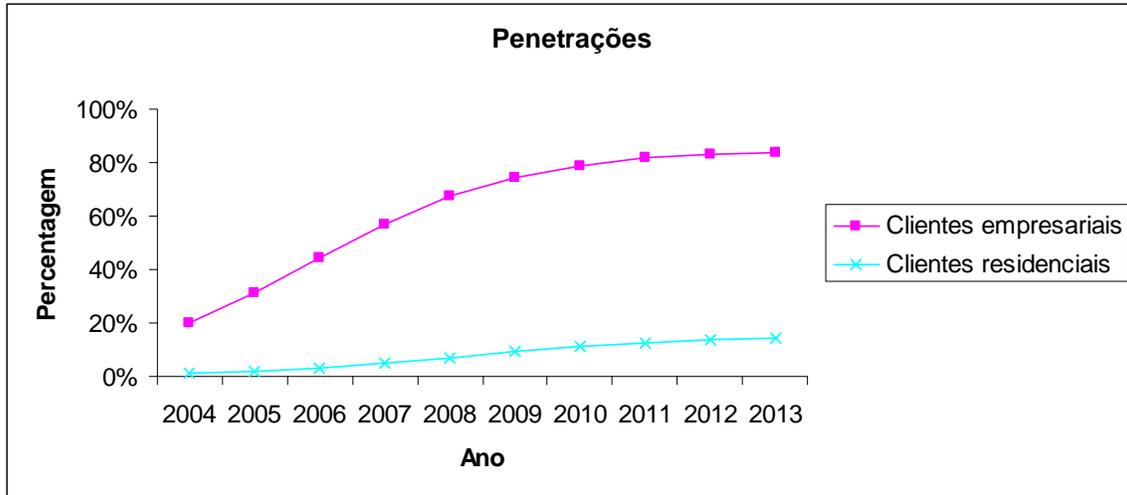


Figura 54: Penetração ao serviço, em percentagem

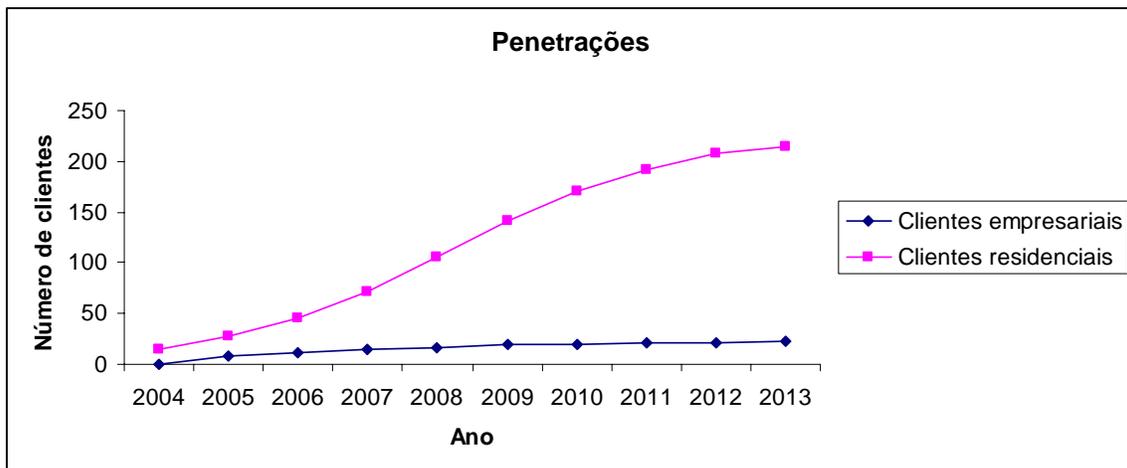


Figura 55: Penetração ao serviço, em valores absolutos

5.4.4 Outros parâmetros

Na ferramenta foram definidos outros parâmetros, tais como:

- Duração do projecto: 10 anos (2004-2013)
- Taxa de actualização: 5% (*Discount Rate*)
- Taxa de impostos sobre lucros: 30% (*TaxRate*)
- Despesas com custos de administração e manutenção da rede, estes estão representados na Figura 56.

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
OA Component	Value										
Network operations		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Provisioning		700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

Figura 56: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs)

5.4.5 Resultados económicos mais relevantes

Na Figura 57 estão representados os resultados económicos mais relevantes para a avaliação do projecto: TIR, VAL e período de recuperação do investimento.

Nome	Valor
VAL	30.099
TIR	10,1 %
Período de recuperação do investimento	10

Figura 57: Resultados económicos

Neste projecto um dos objectivos a atingir era que a Taxa Interna de Rentabilidade fosse de aproximadamente 10%, para que o projecto fosse atractivo, uma vez que esta é superior à taxa de actualização, TA=5%. Para tal, as tarifas dos clientes residenciais foram ajustadas ate conseguirmos atingir este valor.

Uma vez que com este estudo pretendíamos atingir valores que não resultassem em prejuízo, as tarifas foram estipuladas ao mínimo valor para que isso acontecesse, o período de recuperação obtido é de 10 anos.

5.4.6 Investimentos

De seguida são apresentados os valores dos investimentos globais, por tipo e por segmento de rede (ponto de flexibilidade).



Figura 58: Investimentos globais do projecto

Como podemos observar, no início do projecto temos um grande investimento, o que é normal, devido à necessidade de equipamento. Em 2009 temos um pico nos investimentos, uma vez que à medida que novos clientes aderem ao serviço vai sendo necessário comprar novo equipamento, neste caso é necessário um novo terminal de satélite, daí o pico nos investimentos.

A partir de 2009 os investimentos vão descendo uma vez que não é necessário novo equipamento.



Figura 59: Investimentos por tipo

Como se pode verificar a maior parte do investimento é imputado aos custos de instalação, representando o investimento em material cerca de 40% do total investido. Isto acontece porque a tecnologia é barata sendo cara a sua instalação e configuração, não pela sua extrema dificuldade, mas porque normalmente é feita por uma mão-de-obra especializada.

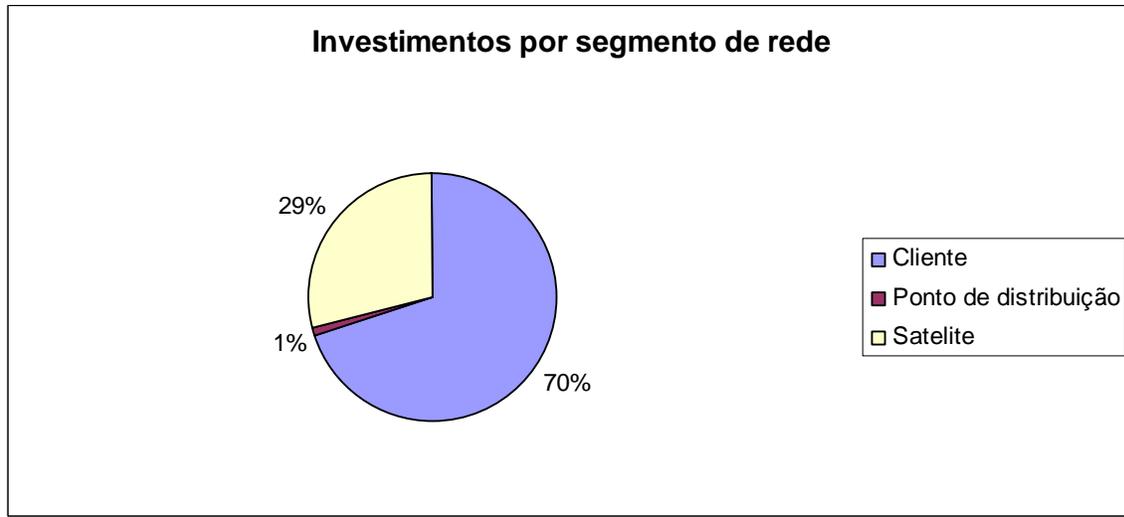


Figura 60: Investimentos por segmento de rede

Podemos através do gráfico acima constatar que o maior investimento é feito ao nível do cliente, o que é compreensível se tivermos em conta que em cada cliente será instalado material *WiFi* para permitir a conexão: uma antena exterior, um cabo de baixas perdas para ligar a antena à placa de rede *WiFi*, etc.

De seguida temos o ponto de recepção satélite como segundo maior ponto de investimento. Ora aqui não teremos um ponto de recepção satélite por cada cliente, mas sim um por cada conjunto de clientes, conjunto este que diferente de caso para caso uma vez que um cliente empresarial corresponde a seis clientes residenciais e dado que as larguras de banda disponibilizadas para os clientes residenciais e para os clientes empresariais são diferentes. O ponto de distribuição ocupa uma fatia muito pequena, uma vez que se trata apenas de uma antena omnidireccional por cada receptor satélite. Como o preço deste material é muito baixo, compreende-se assim que apesar de existir na

mesma quantidade que os receptores satélites, a investimento necessário é muito menor.

5.4.7 *Cash-Flows e Cash-Balance*

É importante verificar mais alguns gráficos de forma a ter uma visão mais ampla dos valores obtidos para este projecto. Assim, apresentam-se de seguida a representação gráfica dos *cash-flows* e *cash-balance*.

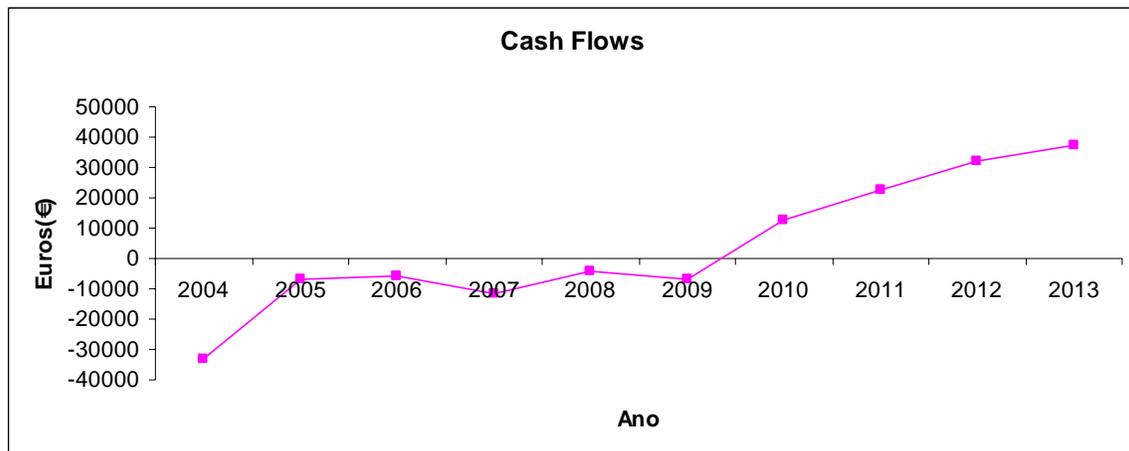


Figura 61: *Cash-Flow* referente as comunidades

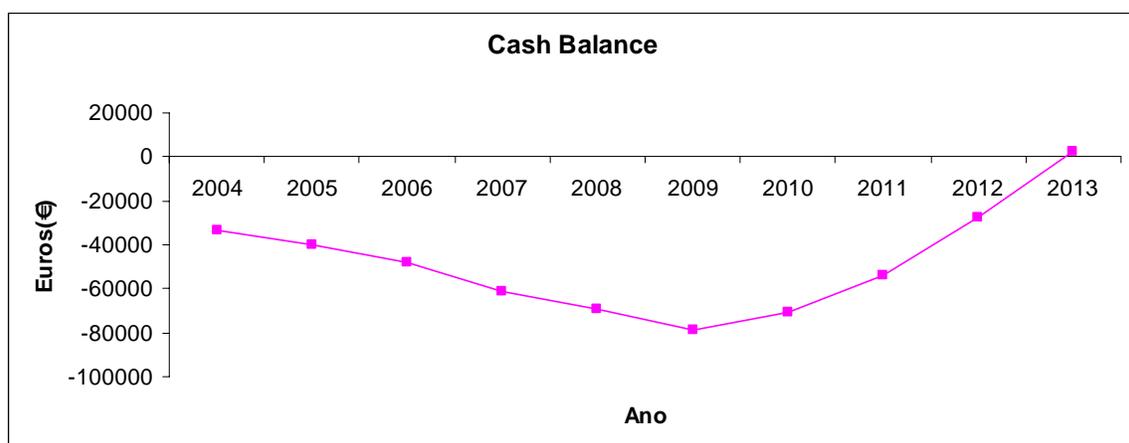


Figura 62: *Cash-Balance* referente as comunidades

O *cash-flow* é negativo até 2009 devido aos grandes investimentos. Podemos notar que até 2007 estava a haver uma ligeira recuperação, mas neste ano é necessário comprar mais um terminal satélite, aumentando assim o nível dos investimentos, no ano de 2009 acontece o mesmo. A partir daqui (2009) como não são necessários grandes investimentos, e visto que nesta altura há já um grande número de clientes, o que aumenta as receitas, o *cash-flow* passa a ser positivo.

O período de recuperação do projecto de investimento é demasiado longo (10 anos). Assim este cenário não seria, muito provavelmente, aceite por um operador que esperasse grandes lucros. A questão importante a discutir aqui é, no entanto, a zona em questão e o facto de ser um projecto, possivelmente, apoiado pelo governo regional.

5.4.8 Análise das sensibilidades

O estudo da sensibilidade é muito importante num projecto deste tipo, neste caso foi estudado a sensibilidade do TIR a vários tipos de *inputs*. Com este estudo da sensibilidade pretendemos saber qual o impacto que uma dada variação num dado input provoca na TIR.

5.4.8.1 Sensibilidade ao número de clientes

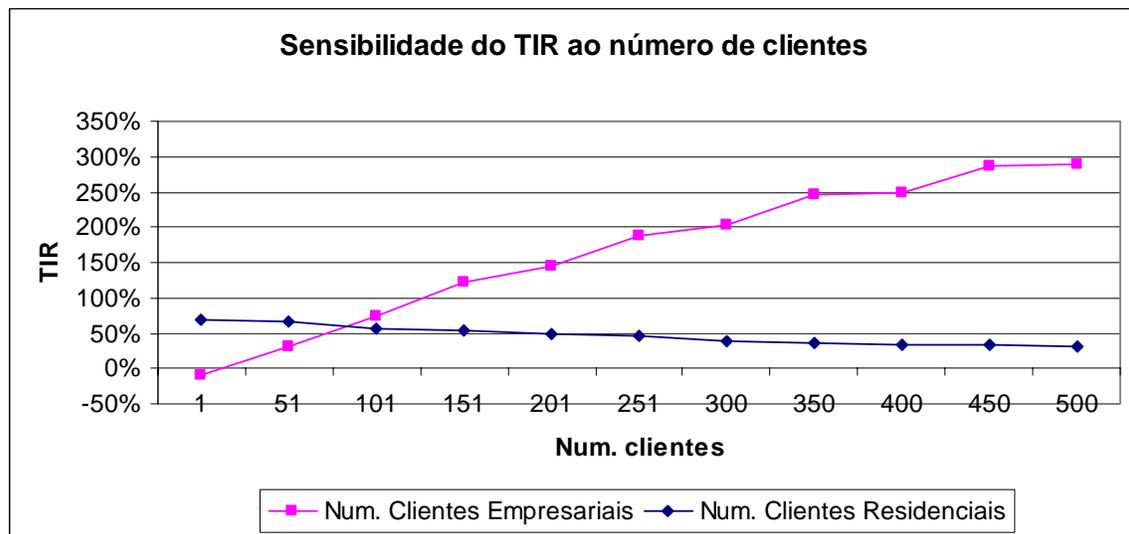


Figura 63: Sensibilidade da TIR ao número de clientes

Como se pode ver, aqui temos diferentes realidades para o caso em que o número de clientes residenciais ou empresariais aumenta.

Quando aumenta o número de clientes residenciais a TIR diminui ligeiramente, isto porque as tarifas mensais consideradas para estes são baixas. Logo, quando o número de clientes residenciais aumenta, o aumento de investimento é superior ao aumento das receitas geradas, pelo que estas não serão suficientes para suportar o investimento efectuado.

Ao aumentar o número de clientes empresariais podemos ver que tem uma maior influência sobre a TIR, e que contrariamente à influência dos clientes residenciais, a TIR aumenta.

Esta diferença deve-se a um simples facto, é que o material usado para os clientes residenciais e para os clientes empresariais é o mesmo. O que muda é a largura de banda disponibilizada (mais cara para os empresariais) e as tarifas que cada um paga (menores para os residenciais). Esta abordagem privilegia os clientes residenciais, isto é, as tarifas pagas pelos clientes empresariais irão, de certo modo, subsidiar parte do custo associado aos clientes residenciais. Assim

deste modo podemos concluir que neste estudo, os clientes empresariais têm um papel vital para a sustentabilidade deste projecto.

5.4.8.2 Sensibilidade às tarifas empresariais e residenciais

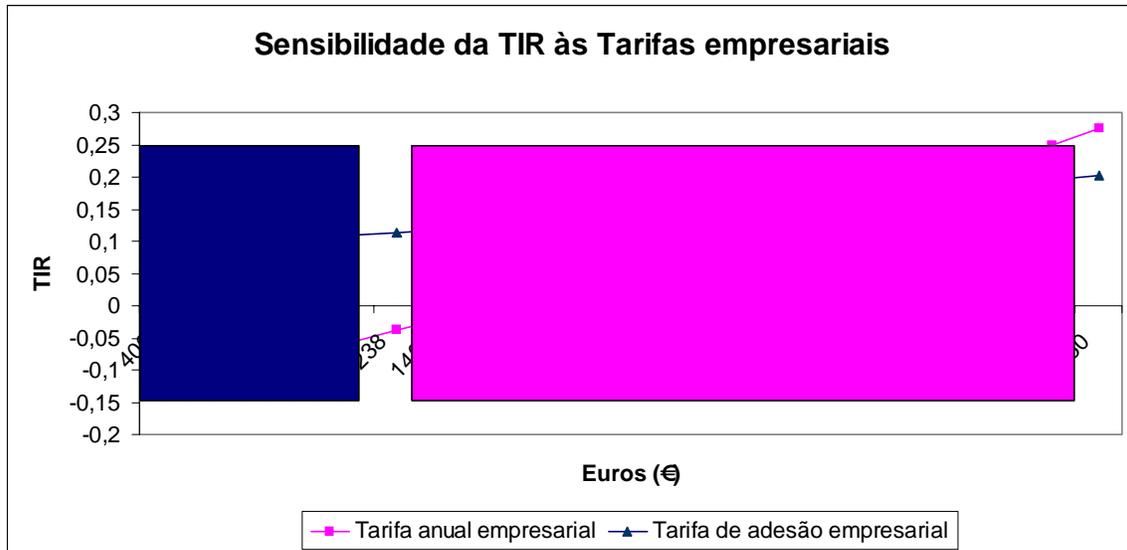


Figura 64: Sensibilidade da TIR as tarifas empresariais

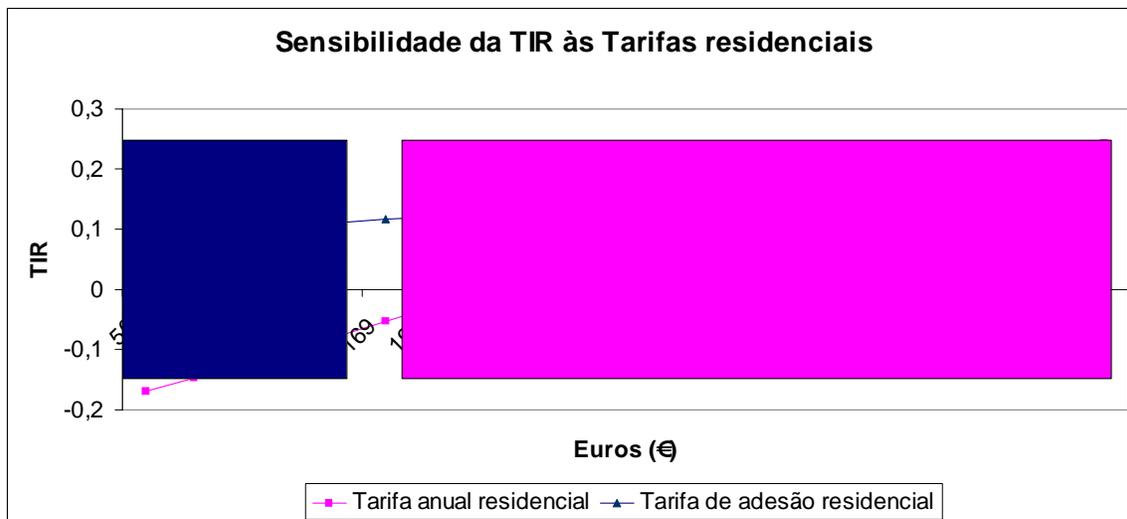


Figura 65: Sensibilidade da TIR as tarifas empresariais

Analisando os gráficos anteriores (residencial e empresarial) podemos verificar que em ambos os casos existe uma maior sensibilidade às tarifas anuais, tendo as tarifas de adesão pouco impacto no valor da TIR. Contudo há que ter em conta que a variação provocada pelas tarifas representa uma percentagem muito pequena da TIR (0,3% no máximo para as tarifas consideradas).

5.5 Zonas Industriais

De seguida é feita a validação técnica para a proposta de acesso à Internet nas zonas industriais da região *du Lot*. Na figura seguinte podemos ver um esquema de como vão ser efectuadas as ligações.

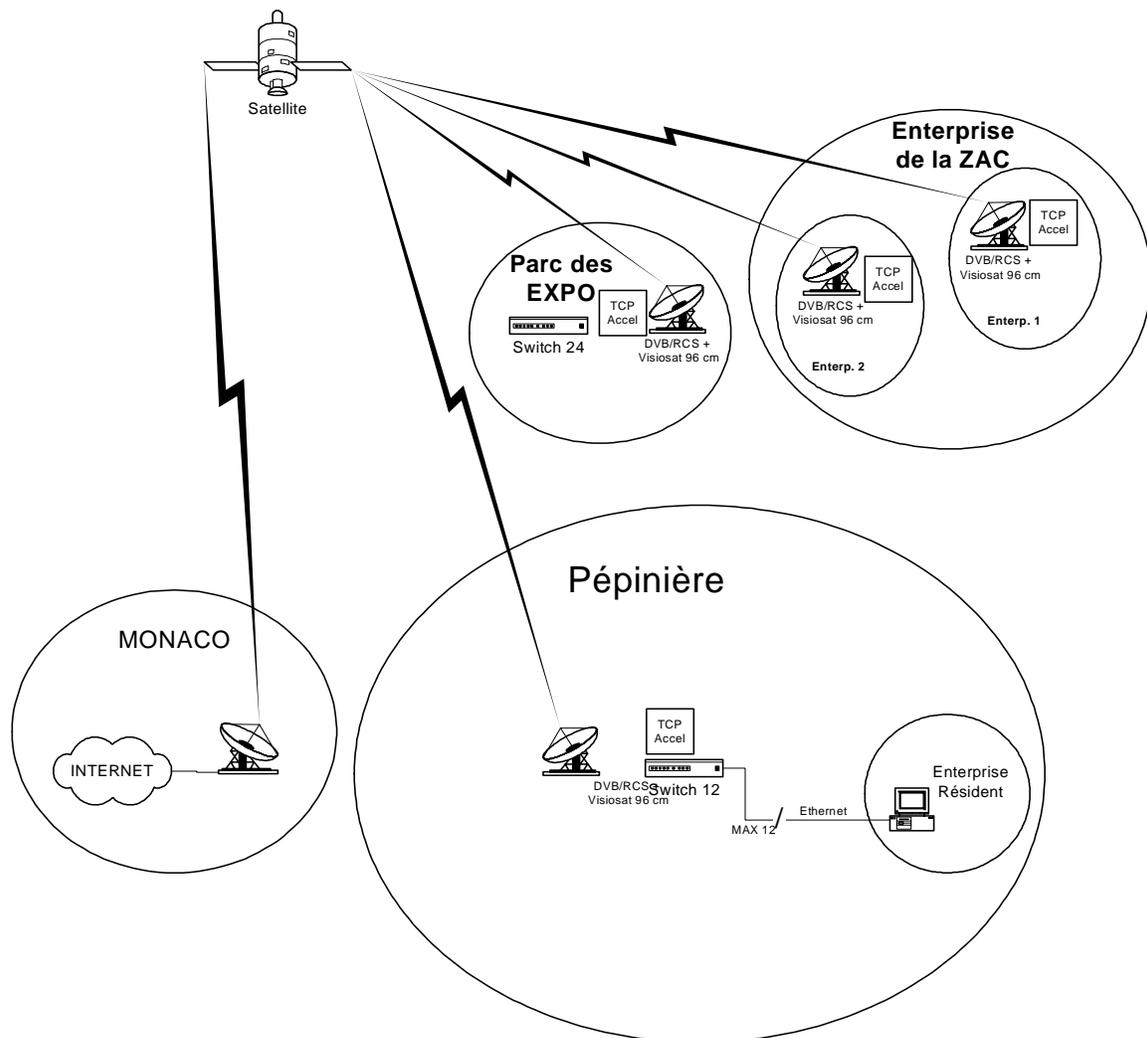


Figura 66: Situação Geral proposta

O satélite recebe o sinal emitido e distribui este mesmo sinal para os diferentes pontos, o qual é recebido por uma antena satélite VISIOSAT 96 cm emissora/receptora (DVB/RCS).

5.5.1 *Pépinière*

A *Pépinière* dispõe de antena emissora/receptora de satélite (DVB/RCS) de um acelerador TCP/IP e ainda de um *switch* de 12 portas, o que permite que as empresas residentes na *Pépinière* tenham acesso à Internet.

O operador fornece um serviço de Internet, com largura de banda de 512 Kbps de upload e 1024 Kbps de download. Será fornecido á *Pépinière* uma aplicação para 'controlar' o consumo de tráfego de cada utilizador, o que dará a *esta* a possibilidade de facturar os utilizadores mediante o seu consumo.

Na Figura 67 são apresentados os preços do equipamento necessário.

Componentes	CADURCIA	Residente
Estação terminal de satélite	2.125 €	
Acelerador TCP	1.150 €	
Switch 12 portas	841 €	
Cabo Ethernet		250 €
TCP Inst. & Config.	600 €	

Figura 67: Preços dos componentes para a *Pépinière*

5.5.1.1 Enquadramento e pressupostos

5.5.1.1.1 Definição da arquitectura

Recorrendo à ferramenta Tonic, foi obtida a seguinte arquitectura de rede para o caso da *Pépinière*.

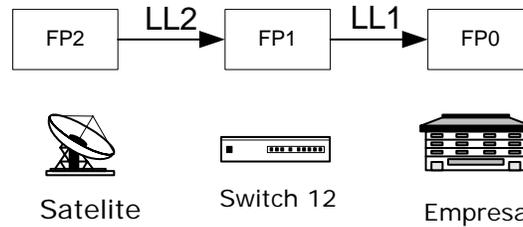


Figura 68: Pontos de flexibilidade da Pépinière

Em cada um destes pontos de flexibilidade foram introduzidos os componentes que estão representados na Figura 69.

Time Scale		-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Component	Level	Volume										
Acelerador TCP	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TCP Inst & Config	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Terminal_satellite	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TW3	FP2		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Switch_12_p	FP1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo_Ethernet_p_metro	LL1		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Ethernet_LAN_Card	FP0		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Figura 69: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade

Note-se que nesta figura, cada valor corresponde ao valor acumulado do componente até à data.

5.5.1.1.2 Modelo tarifário

O modelo de tarifário na *Pépinière* é composto por uma tarifa anual e uma tarifa de adesão.

A tarifa de adesão a ser paga por cada cliente é de 150 €, e a tarifa anual é de 740 €.

Assim, a quando da adesão ao serviço cada cliente paga 150 € e aproximadamente 61 € por mês. Posteriormente, e como foi referido anteriormente, será instalado um software de controlo de utilização, obrigando assim os clientes que utilizam mais tempo o serviço a pagar mais.

Ao longo dos anos, como é normal, cada uma destas tarifas vai sofrer uma erosão. A erosão sofrida na tarifa de adesão e na tarifa anual é de 1%.

De seguida está ilustrado graficamente a evolução ao longo dos anos da tarifa de adesão e da tarifa anual, na Figura 70.

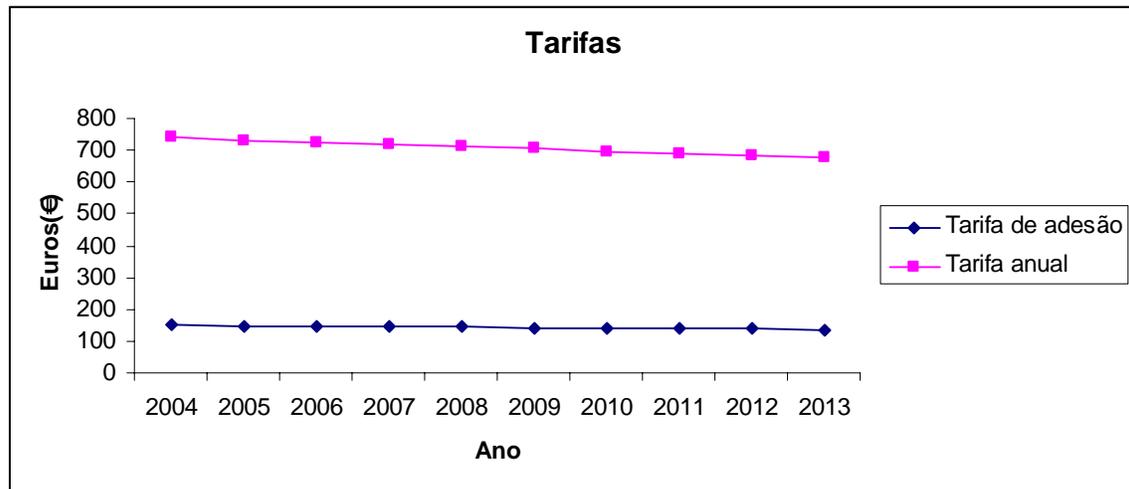


Figura 70: Evolução das tarifas ao longo dos anos

5.5.1.1.3 Penetração ao serviço

No caso da *Pépinère* a penetração ao serviço é de 100%, uma vez que cada empresa que faça parte desta incubadora de empresas tem automaticamente ligação à Internet.

5.5.1.1.4 Outros parâmetros

Na ferramenta foram ainda definidos outros parâmetros, tais como:

- Duração do projecto: 10 anos (2004-2013)
- Taxa de actualização: 5% (*Discount Rate*)
- Taxa de impostos sobre lucros: 30% (*TaxRate*)
- Despesas com custos de administração e manutenção da rede, estes estão representados na Figura 71.

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
OA Component	Value										
Network operations		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Provisioning		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Figura 71: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs)

5.5.1.1.5 Resultados económicos mais relevantes

Na Figura 72 estão representados os resultados económicos mais relevantes para a avaliação do projecto: TIR, VAL e período de recuperação do investimento.

Name	Value
VAL	778
TIR	10,5 %
Período de recuperação do investimento	6

Figura 72: Resultados económicos

Neste projecto um dos objectivos a atingir era que a Taxa Interna de Rentabilidade fosse de aproximadamente 10%. Para que tal acontecesse as tarifas foram ajustadas até conseguirmos este valor. Com uma Taxa Interna de Rentabilidade de 10% obtivemos um Valor Actual Líquido de 778 € e temos um período de recuperação do investimento de 6 anos.

5.5.1.1.6 Investimentos

De seguida são apresentados os valores dos investimentos globais, por tipo e por segmento de rede (ponto de flexibilidade).

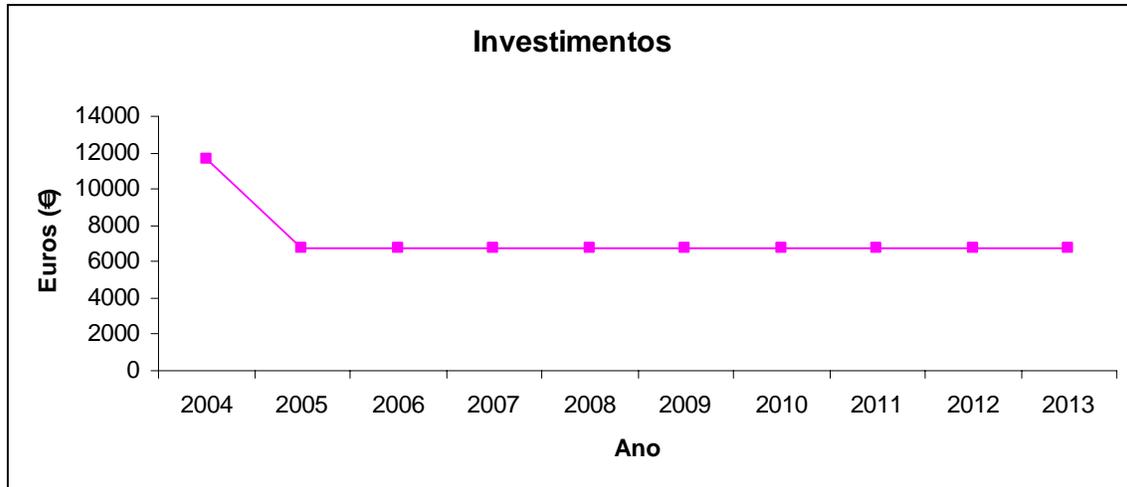


Figura 73: Investimentos globais do projecto

Como podemos observar, no primeiro ano do projecto temos um grande investimento, o que é normal, devido à necessidade de equipamento. Contudo no ano de 2005, e até ao fim do projecto, os investimentos mantêm-se constantes uma vez que não há necessidade de mais equipamento, isto porque, a taxa de penetração é de 100%, ou seja, não vai haver adesão por parte de novos clientes. Durante estes anos o investimento é somente o aluguer da ligação satélite.

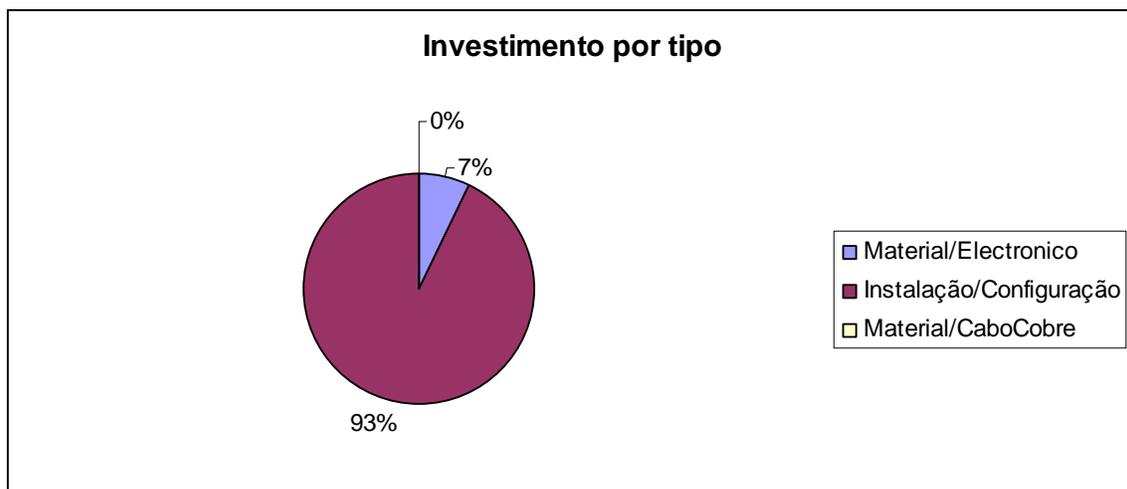


Figura 74: Investimento por tipo

Como se pode verificar quase todo o investimento é atribuído aos custos de instalação e configuração do equipamento, representando 93% do total investido. Uma pequena percentagem (7%) do investimento é em material electrónico. O investimento do cabo de cobre é desprezável, sendo aproximadamente 0%.



Figura 75: Investimentos por segmento de rede

Podemos constatar pela observação do gráfico anterior que a quase totalidade do investimento é no ponto satélite. Este investimento é inteligível uma vez que neste ponto temos o terminal satélite, o acelerador TCP/IP e o aluguer da ligação satélite. O restante 1% do investimento distribui-se pelo cliente, ponto de distribuição e LAN (cabo), sendo estes quase desprezáveis.

5.5.1.1.7 *Cash-Flows e Cash-Balance*

É importante verificar mais alguns gráficos de forma a ter uma visão mais ampla dos valores obtidos para este projecto. De seguida são apresentados os gráficos do *cash-flow* e *cash-balance* respectivamente.

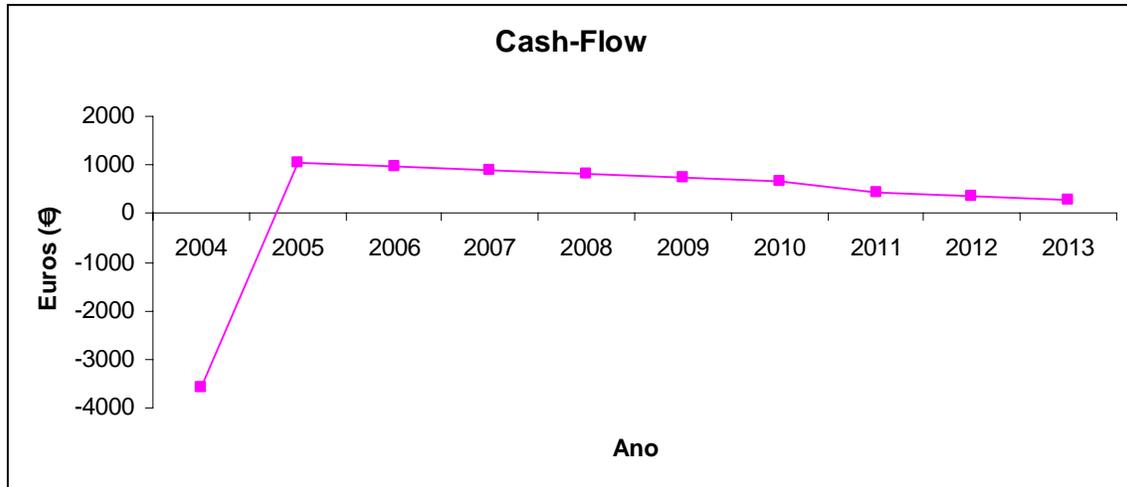


Figura 76: *Cash-Flow* referente à *Pépinière*

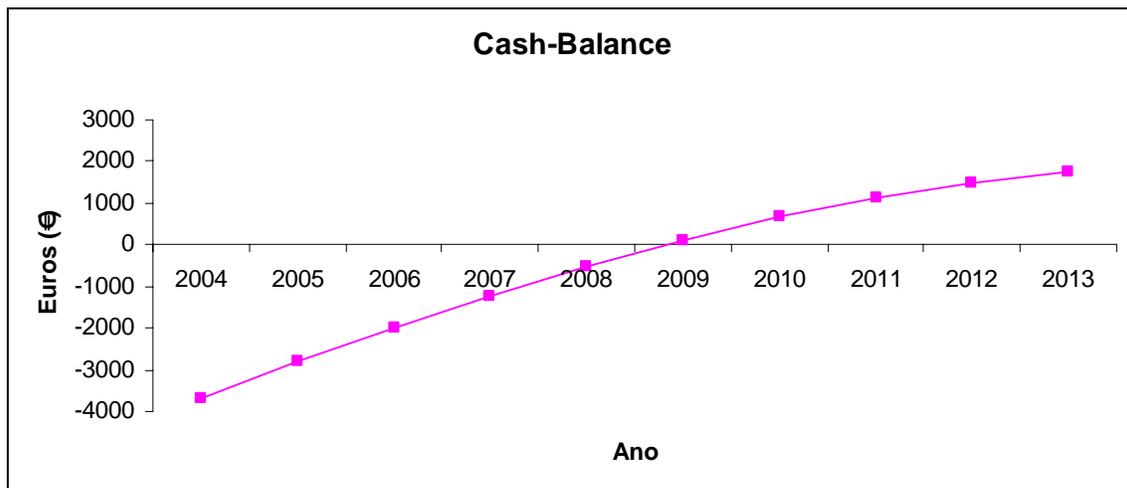


Figura 77: *Cash-Balance* referente à *Pépinière*

O *cash-flow* começa a ser positivo logo em 2005 pois a grande fatia dos investimentos é feita no início do projecto, logo nesse ano (2004) o fluxo de caixa é muito negativo. Depois os investimentos caem abruptamente e as receitas vão aparecendo.

O período de recuperação do projecto de investimento é algo longo (6 anos), como podemos ver no *cash-balance*.

5.5.2 *Parc des Expositions*

No *Parc des Expositions*, é proposta a instalação de um equipamento terminal de satélite próprio de modo a haver autonomia e uma rentabilização rápida do investimento.

É disposto para além da antena receptora (VISIOSAT) de satélite um acelerador de TCP/IP e de um *switch* de 24 portas que vai permitir que os vários expositores tenham acesso a Internet. É necessário ter em conta que o limite máximo de stands é 24.

O operador fornece um serviço de Internet, com largura de banda de 512 Kbps de upload e 1024 Kbps de download, a qual é taxada diariamente.

Na Figura 78 são apresentados os preços dos componentes necessários à instalação do serviço.

Componentes	PARK EXPO
Estação terminal de satélite	2.125 €
Acelerador TCP	1.150 €
Switch 12 portas	841 €
TCP Inst. & Config.	600 €

Figura 78: Preço dos componentes para o *Parc des Expositions*

5.5.2.1 Enquadramentos e pressupostos

5.5.2.1.1 Definição da arquitectura

Recorrendo à ferramenta Tonic, foi obtida a seguinte arquitectura de rede para o caso do *Parc des Expositions*:

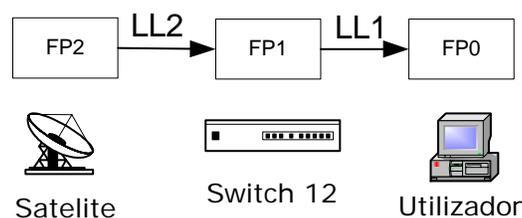


Figura 79: Pontos de flexibilidade do *Parc des Expositions*

Cada ponto de flexibilidade alberga um conjunto de componentes, conjunto este que é descrito na Figura 80

Note-se que nesta figura, cada valor corresponde ao valor acumulado do componente até à data.

Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Component	Level	Volume										
Acelerador TCP	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TCP Inst & Config	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Terminal satellite	FP2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TW3	FP2		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Cabo Ethernet p metro	LL2		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Switch 24 p	FP1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 80: Componentes necessários em cada ponto de flexibilidade

5.5.2.1.2 Modelo tarifário

O modelo tarifário adoptado para este caso, é o de uma tarifa horária, ou seja, cada cliente pagará uma tarifa por cada hora de utilização do serviço de acesso à Internet.

O valor proposto é de 2,5 €/h sem limite de consumo de tráfego. Esta tarifa foi considerada como constante ao longo dos anos de vida do estudo, ou seja, consideramos que esta tarifa não sofreria erosão. É também de referenciar o baixo valor proposto para a tarifa, isto acontece porque este estudo não tem fins meramente lucrativos, mas tem acima de tudo fins promocionais quer do serviço quer do desenvolvimento socio-económico da região.

5.5.2.1.3 Penetração ao serviço

Neste caso a penetração ao serviço é praticamente impossível de determinar, pois depende do número de feiras, a sua duração, o seu tema, etc...

Assim sendo consideramos que por feira haveria um total de 12 utilizadores (dos 24 possíveis) que usufruiriam do serviço durante 8

horas por cada dia de exposição, e em cada mês considerou-se que haveriam 5 dias de exposição.

Assim deste modo foi possível determinar um número de horas anual de utilização do serviço, e tornou-se deste modo possível aferir resultados para as receitas.

5.5.2.1.4 Outros parâmetros

Foram também definidos outros parâmetros na ferramenta, que são aqui apresentados de seguida:

- Duração do projecto: 10 anos (2004-2013)
- Taxa de actualização: 5% (*Discount Rate*)
- Taxa de impostos sobre lucros: 30% (*TaxeRate*)
- Despesas com custos de administração e manutenção da rede, os quais são apresentados na Figura 81.

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
OA Component	Value										
Network operations	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Provisioning	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

Figura 81: Custos de administração e manutenção da rede (AO costs)

5.5.2.1.5 Resultados económicos mais relevantes

De seguida, na Figura 82, são apresentados os resultados mais importantes para a avaliação do projecto: TIR, VAL e período de recuperação do investimento.

Name	Value
VAL	22.088
TIR	222,0 %
Período de recuperação do investimento	1

Figura 82: Resultados económicos

Como se pode facilmente inferir, para as tarifas propostas (2,5 €/h) os resultados económicos são bastante satisfatórios. Sendo a totalidade do investimento recuperada em apenas 1 ano. Este valor da tarifa é proposto, como já foi dito atrás, com o intuito de dinamizar o serviço. Para uma melhor referência actual, este valor é cerca de metade do valor que é praticado em situações análogas (parques de exposição) em Portugal.

5.5.2.1.6 Investimentos

São de seguida apresentados os valores dos investimentos por tipo e por segmento de rede (Ponto de flexibilidade).

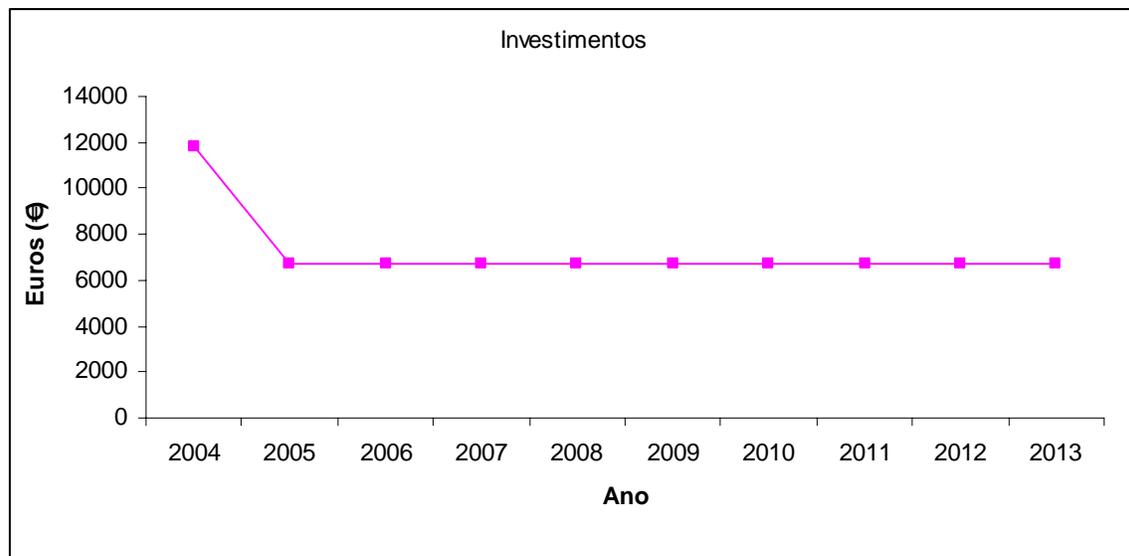


Figura 83: Investimentos globais do projecto

Como se pode observar, no início do projecto há um grande investimento, o que é perfeitamente normal devido à instalação do equipamento. Após este investimento inicial, os investimentos estabilizam. O valor em que estabilizam corresponde ao valor que é gasto no aluguer do satélite (TW3). Ou seja, não é necessário aquisição de mais equipamento além do inicial.

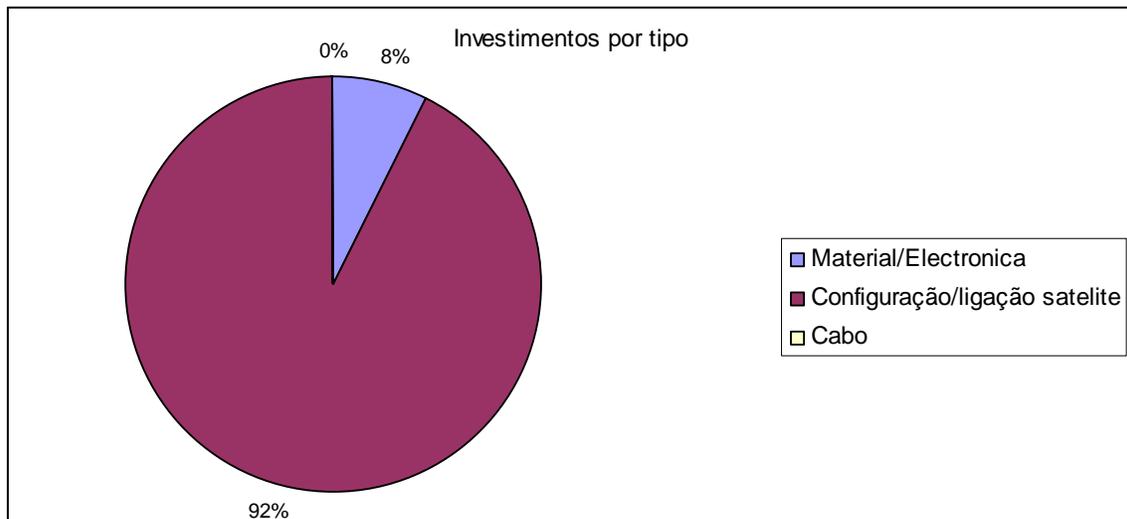


Figura 84: Investimentos por tipo

Como se pode verificar no gráfico acima (Figura 84), a quase totalidade dos investimentos é direccionada para a instalação e configuração do material e também para o aluguer da ligação satélite. O investimento feito no material corresponde ao investimento que é feito inicialmente na compra do material. O investimento no cabo é tão baixo e irrisório que é considerado como nulo, face aos outros investimentos.



Figura 85: Investimentos por segmento de rede

Aqui (Figura 85) pode-se verificar que quase toda a totalidade do investimento feito é no ponto de flexibilidade do satélite (FP2). Isto é compreensível pois após uma segunda verificação da Figura 80, nota-se que os únicos investimentos que não são feitos no FP2 são um *switch* de 24 portas (FP1) e 50m de cabo (LL2), ora no FP2 temos o material de ligação satélite e ainda o aluguer da ligação satélite, o que totaliza uma quantia muito mais elevada que o material já referido anteriormente (cabo e o *switch*).

Ao nível do cliente não há investimentos, pois só é fornecida a ligação por cabo, o cliente é que deverá de ser possuidor do material para poder aceder ao serviço.

5.5.2.1.7 Cash-Flows e Cash-Balance

Para uma visão mais alargada dos valores obtidos para este projecto, apresentam-se de seguida a representação gráfica referente ao *cash-flow* e ao *cash-balance*.

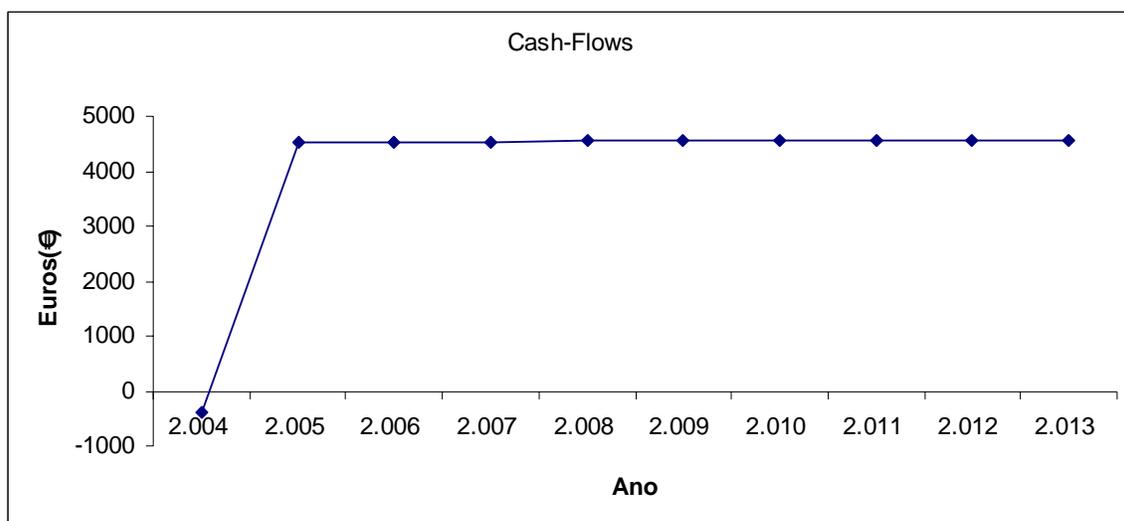


Figura 86: *Cash-Flow* referente ao *Parc des Expositions*

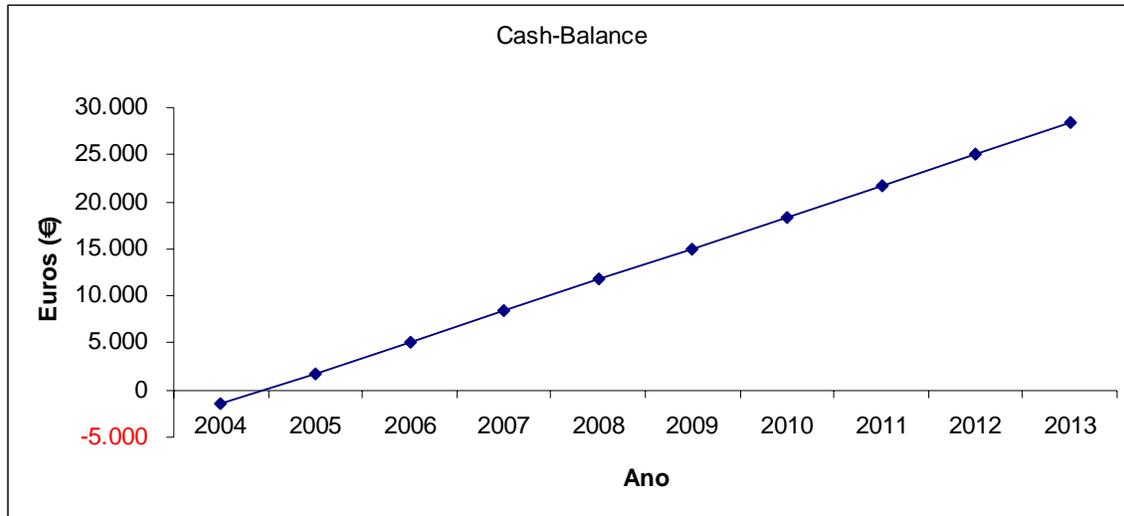


Figura 87: *Cash-Balance* referente ao *Parc des Expositions*

5.5.3 *Entreprise de la ZAC*

Para a *Zone Artisanale* foram propostas duas soluções. A primeira é a que está representada na Figura 66 em que cada empresa tem uma estação terminal de satélite e um acelerador TCP/IP.

A Figura 88 apresenta o custo dos componentes para esta solução.

Componentes	ZAC (Opção 1)
Estação terminal de satélite	2.125 €
Acelerador TCP	1.150 €
TCP Inst. & Config.	600 €

Figura 88: Preço dos componentes para a primeira solução proposta para a *Zone Artisanale*

A alternativa a esta arquitectura é a que está representada na figura seguinte.

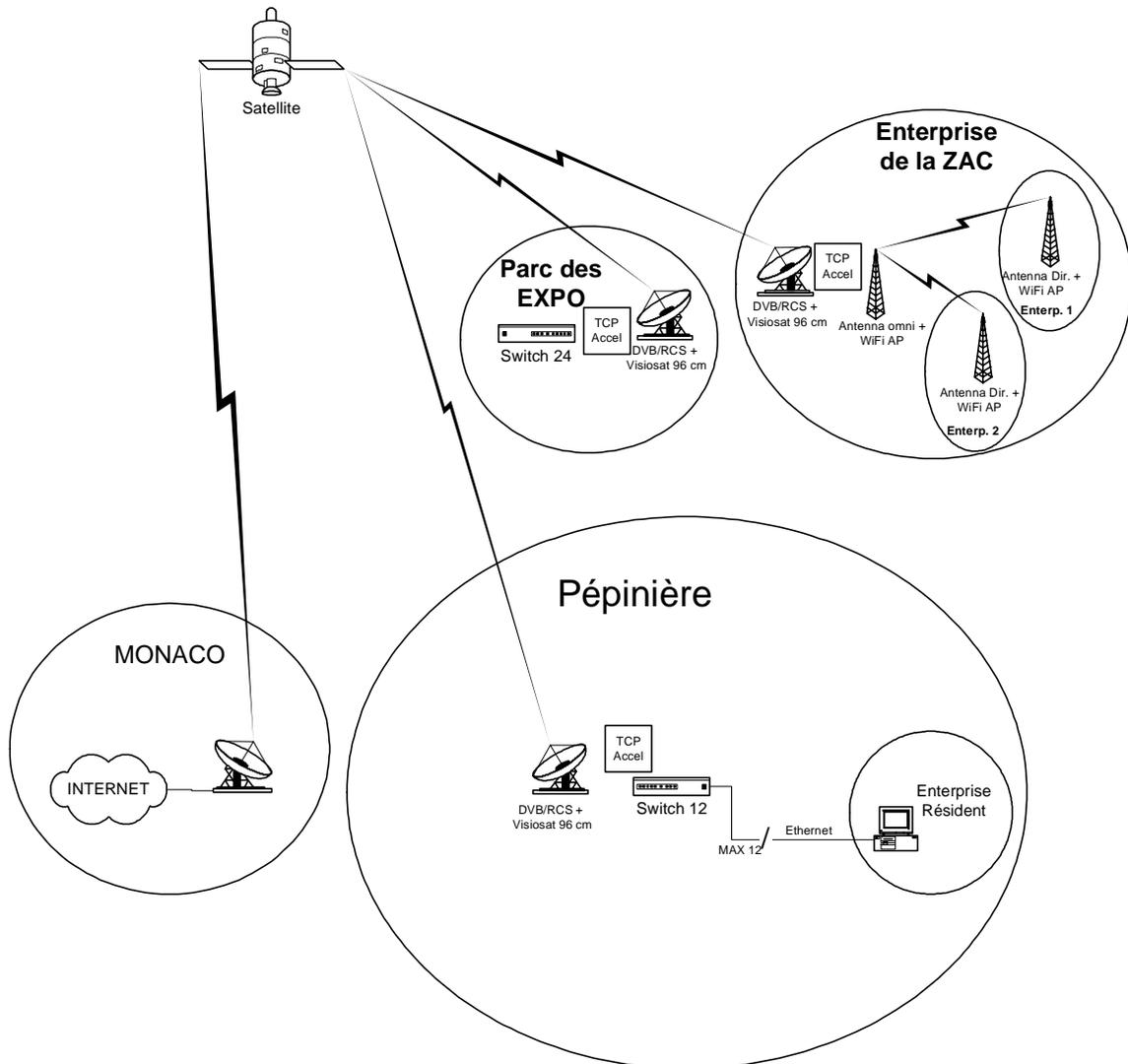


Figura 89: Proposta alternativa para a Zone Artisanale

Os custos do investimento em cada empresa são suportados pelas mesmas, somente o equipamento comum de *WiFi* é suportado pelo gestor da *Zone Artisanale (ZAC)*.

Para a segunda proposta o valor dos componentes necessários são apresentados na Figura 90.

Componentes	ZAC (Opção 2)
Estação terminal de satélite	2.125 €
Acelerador TCP	1.150 €
TCP Inst. & Config.	600 €

Emissor <i>WiFi</i>	1.237 €
Antena direccional	234 €
Instalação	660 €
Opção de 'tunneling' seguro	1.325 €

Figura 90: Preço dos componentes para a segunda solução proposta para a *Zone Artisanale*

5.5.3.1 Enquadramento e pressupostos

Nesta secção ao invés de fazermos uma análise separada, irá ser feita uma análise comparativa das duas soluções propostas para este caso.

5.5.3.1.1 Definição da arquitectura



Utilizador

Figura 91: Ponto de flexibilidade da ZAC opção 1

Nesta arquitectura de rede só temos 1 ponto de flexibilidade pois a nossa ligação pode-se dizer que é de certo modo uma ligação ponto-a-ponto, ou seja, não há ramificações, não há pontos (nós) em que o sinal se poderia dividir. Ao contrário de outras arquitecturas, o cliente e o receptor satélite não são considerados pontos distintos pois estes são os mesmos, isto é, o receptor é instalado nas instalações do cliente.

Na Figura 92 podemos observar com mais detalhe a listagem dos componentes que serão necessários adquirir ao longo da durabilidade do projecto. Chama-se mais uma vez a atenção para o facto que os valores correspondem às existências acumuladas e não ao volume de

novo material a adquirir em cada ano, sendo o volume de material a comprar a diferença entre o ano actual e o ano transacto.

Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Component	Level	Volume										
Acelerador TCP	FP0		1	4	9	14	19	22	23	24	24	24
TCP Inst & Config	FP0		1	4	9	14	19	22	23	24	24	24
Terminal satellite	FP0		1	4	9	14	19	22	23	24	24	24
TW3	FP0		12	48	108	168	228	264	276	288	288	288

Figura 92: Componentes necessários por ponto de flexibilidade na opção 1

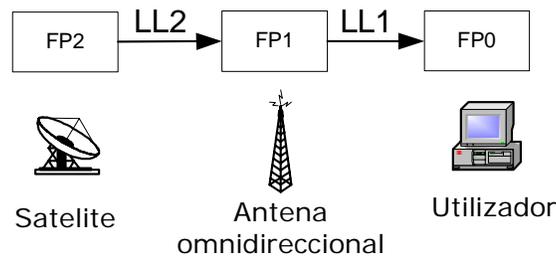


Figura 93: Pontos de flexibilidade da ZAC opção 2

Nesta proposta alternativa o sinal depois de recebido pela antena receptora de satélite (VISIOSAT) é distribuído por *WiFi* para cada empresa, em que cada uma dispõe de uma antena directiva para captação do sinal.

Na Figura 94 podemos também constatar o volume de componentes em cada ponto de flexibilidade. Comparando com o caso anterior vemos que há um maior volume de material respeitante à parte *WiFi* e menos respeitante à parte da ligação satélite. Este aspecto tem haver com a diferença entre as arquitecturas de rede.

Year		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Component	Level	Volume										
Acelerador TCP	FP2		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
TCP Inst & Config	FP2		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Terminal satellite	FP2		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
tunneling	FP2		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
TW3	FP2		12	24	36	60	84	108	132	156	180	204
Emissor wifi	FP1		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
wifi inst & config	FP1		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Antena direccional	FP0		7	13	18	22	24	25	26	26	26	26
wifi_ap	FP0		7	13	18	22	24	25	26	26	26	26
wifi inst & config	FP0		7	13	18	22	24	25	26	26	26	26

Figura 94: Componentes necessários por ponto flexibilidade na opção 2

5.5.3.1.2 Modelo tarifário

Para o caso da opção 1, o tipo de serviço de Internet é definido mediante as necessidades e o número de utilizadores de cada empresa. O preço do serviço é deste modo o mesmo para cada empresa, independentemente dos consumos individuais. Assim cada empresa terá as seguintes tarifas:

- Tarifa de adesão: 300 €
- Tarifa anual: 4700 €.

É de salientar que esta tarifa pode ser atenuada devido a possíveis apoios estatais.

No que respeita à segunda hipótese o tipo de serviço Internet é decidido mediante o número de utilizadores e das necessidades das empresas. No entanto inicialmente vai ser cobrada uma taxa fixa de 100 € por mês (1200 € anuais). Posteriormente e recorrendo a um software de gestão de consumos, a taxação será feita segundo os consumos individuais de cada empresa. Cada empresa terá ainda um custo de adesão de 200 €.

Como seria de esperar estas tarifas sofrerão uma erosão ao longo do tempo de vida deste estudo, erosão esta que está representada na Figura 95:

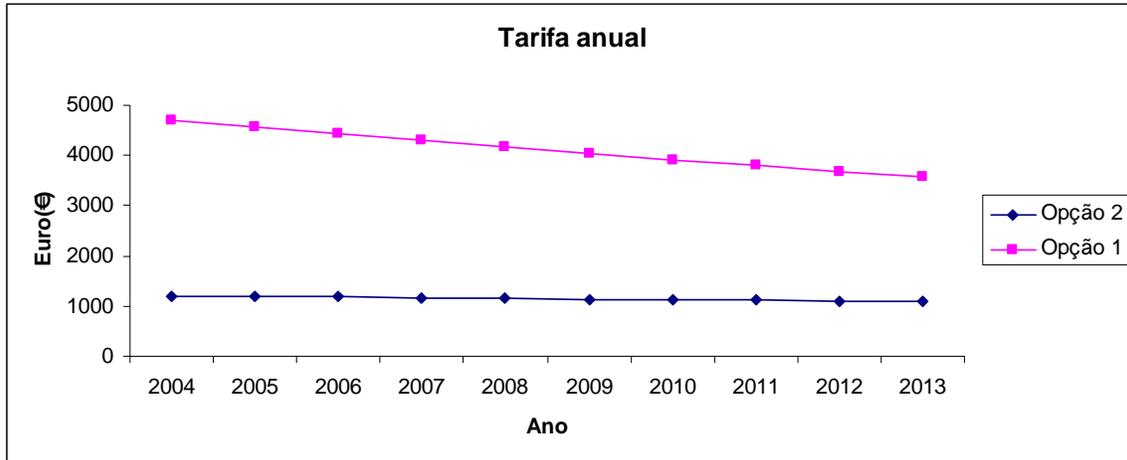


Figura 95: Evolução da tarifa anual

Os valores previstos para a erosão da tarifa anual são os seguintes:

- Opção 1: 3% ao ano
- Opção 2: 1% ao ano.

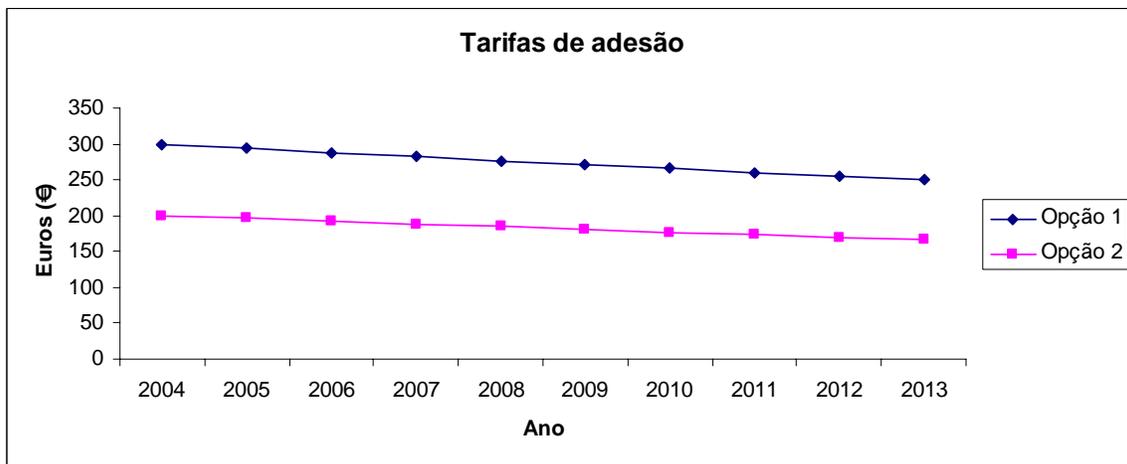


Figura 96: Evolução das tarifas de adesão

Para a tarifa de adesão os valores da erosão previstos são os seguintes:

- Opção 1: 2% ao ano
- Opção 2: 2% ao ano

5.5.3.1.3 Penetração ao serviço

As taxas de penetração ao serviço foram consideradas como diferentes, essencialmente devido à diferença de custos para as empresas que há entre as duas arquitecturas de rede.

Assim temos para a opção 1:

- Penetração inicial: 2 %
- Penetração final: 79 %

Enquanto que para a opção 2 temos:

- Penetração inicial: 21%
- Penetração final: 85 %

È de referenciar que estes valores foram especulados.

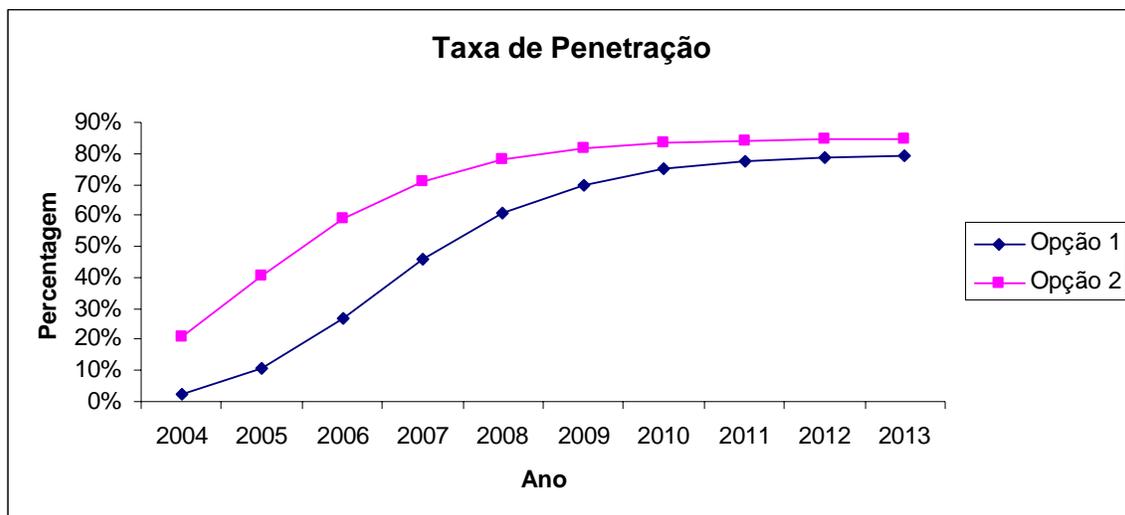


Figura 97: Taxa de penetração ao serviço

5.5.3.1.4 Outros parâmetros

À semelhança dos casos anteriores, foram definidos outros parâmetros tais como:

- Duração do projecto: 10 anos (2004- 2013)
- Taxa de actualização: 5% (*Discount Rate*)
- Taxa de impostos sobre lucros: 30% (*TaxRate*)
- Despesas com custos de administração e manutenção da rede, os quais estão representados na Figura 98.

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
OA Component	Value										
Administration		1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Provisioning		700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

Figura 98: Custos de administração e manutenção para ambas as opções

Estes parâmetros obviamente são comuns às duas soluções propostas

5.5.3.1.5 Resultados económicos mais relevantes

Na Figura 99 e Figura 100, temos os resultados económicos para as duas opções:

Nome	Value
VAL	123.266,85
TIR	10%
Período de recuperação do investimento	N.D

Figura 99: Resultados Económicos Opção 1

Nome	Value
VAL	9.284
TIR	10,1 %
Período de recuperação do investimento	8

Figura 100: Resultados Económicos Opção 2

No caso da opção 1 o período de recuperação do investimento é maior que o tempo em que o estudo decorre. Esta razão será explicada no ponto seguinte (Investimentos). As tarifas foram planeadas de modo a que a TIR tivesse um valor de 10%.

Na opção 2 temos um período de recuperação do investimento de 8 anos, aqui à semelhança de casos anteriores, as tarifas foram manipuladas de modo a que o valor obtido para a TIR seja de 10%.

Chama-se no entanto a atenção para o facto de na opção 1 o VAL ser muito maior do que na opção 2. Tal deve-se ao facto de na opção 1 haver um enorme investimento em material bastante dispendioso.

5.5.3.1.6 Investimentos

Veremos de seguida alguns valores para os investimentos.

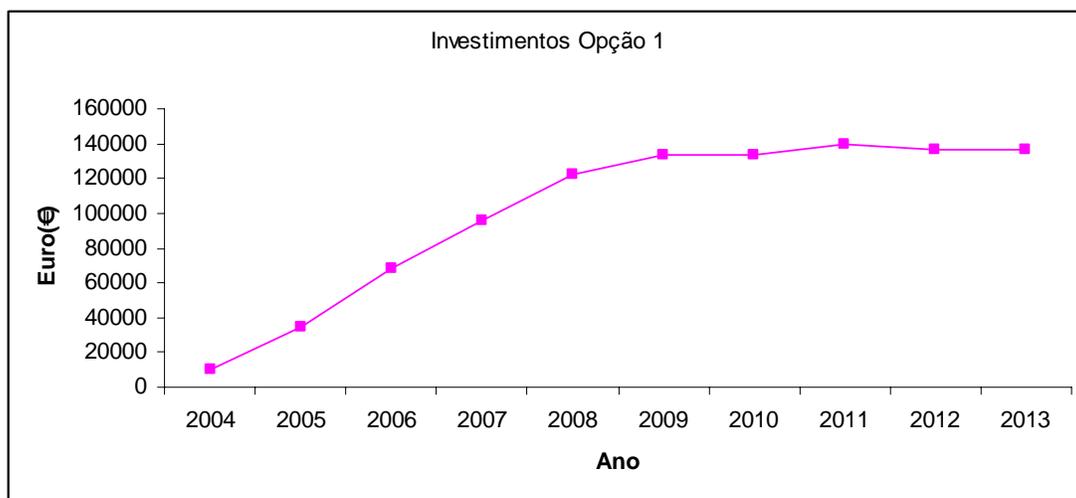


Figura 101: Investimentos globais da opção 1

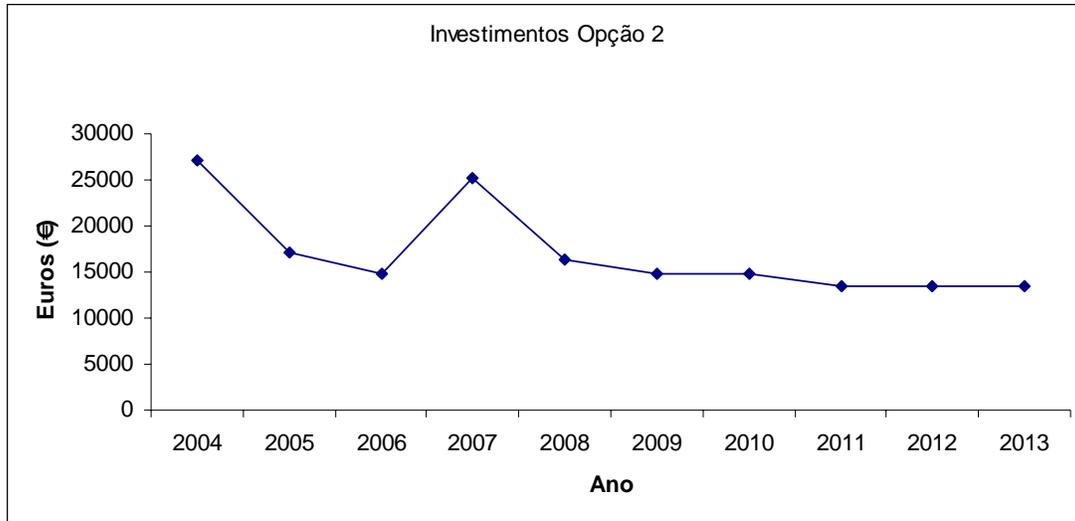


Figura 102: Investimentos Globais na opção 2

Na opção 1 o investimento tem uma evolução muito parecida com a da penetração. Ora isto acontece porque cada cliente terá um receptor satélite nas suas instalações, e sendo este um material muito caro depressa os investimentos atingem quantias avultadas. Um outro factor que influencia este enorme valor é o facto de que cada cliente gastará uma ligação satélite. O preço dos investimentos estabiliza quando a penetração atinge o ponto de saturação, sendo que a partir deste ponto os investimentos referentes apenas ao aluguer da ligação satélite.

No que respeita à opção 2 inicialmente temos um investimento avultado, pois corresponde ao investimento inicial que engloba a ligação satélite e material de *WiFi*. Depois há um decréscimo natural pois os únicos investimentos que vão sendo feitos são para o material *WiFi* que tem de ser comprado cada vez que uma empresa adere ao serviço, e para o aluguer da ligação satélite. Em 2007 há de novo um pico nos investimentos, isto corresponde à situação em que é adquirido mais equipamento satélite. Esta situação (compra de mais equipamento para outra ligação satélite) acontece porque um equipamento satélite tem largura de banda limitada. Dado que cada cliente consome uma dada largura de banda, então sempre que o

número de clientes a usufruir deste equipamento ultrapassa esta largura de banda terá que se adquirir outro equipamento.

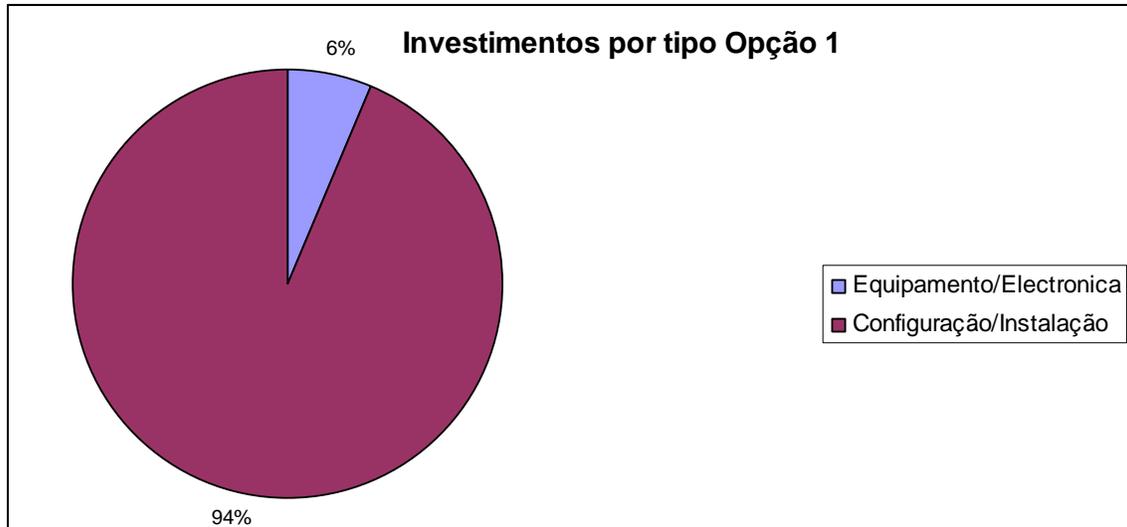


Figura 103: Investimentos por tipo Opção 1

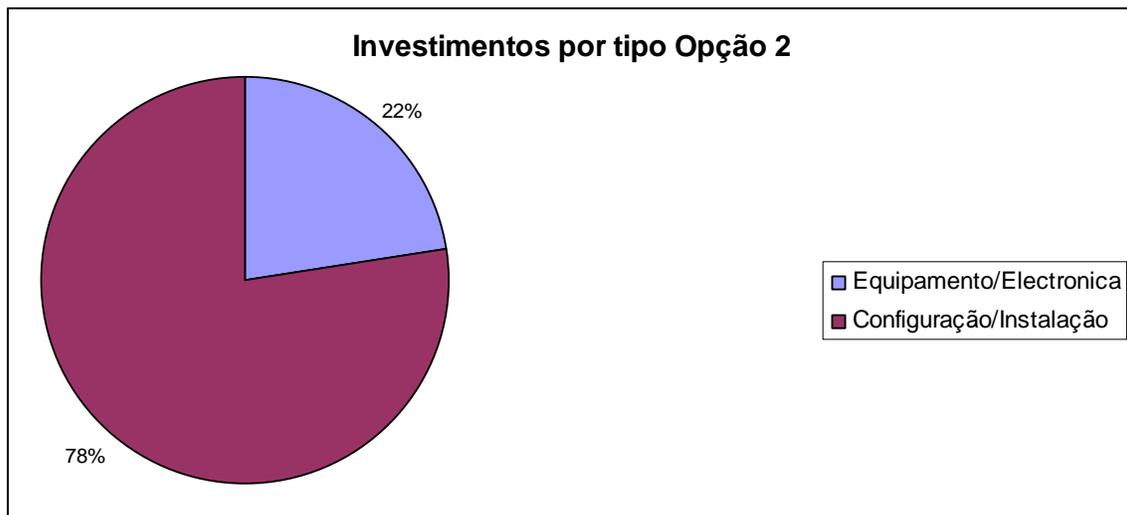


Figura 104: Investimentos por tipo Opção 2

Através de uma análise a estes gráficos e apesar de já ter sido referenciado que na opção 1 o investimento em material é muito elevado, chegamos a conclusão que esse mesmo investimento em material é muito menor que o investimento que é feito na instalação e configuração do material. É de salientar que neste tipo de investimentos (instalação e configuração) é onde se inclui o aluguer da

ligação satélite e é esta que dá a avultada quantia, pois a despesa de configuração e instalação do material não é muito elevada.

Como seria de esperar, e visto que só temos um ponto de flexibilidade, a totalidade dos investimentos é feita neste FP.

Na segunda opção não há a discrepância que se verificou na primeira opção, mas mesmo assim o investimento em material é cerca de um quarto do investimento total. O que se pode justificar com o baixo preço do material usado, não por ser de má qualidade mas sim por ser uma tecnologia barata.

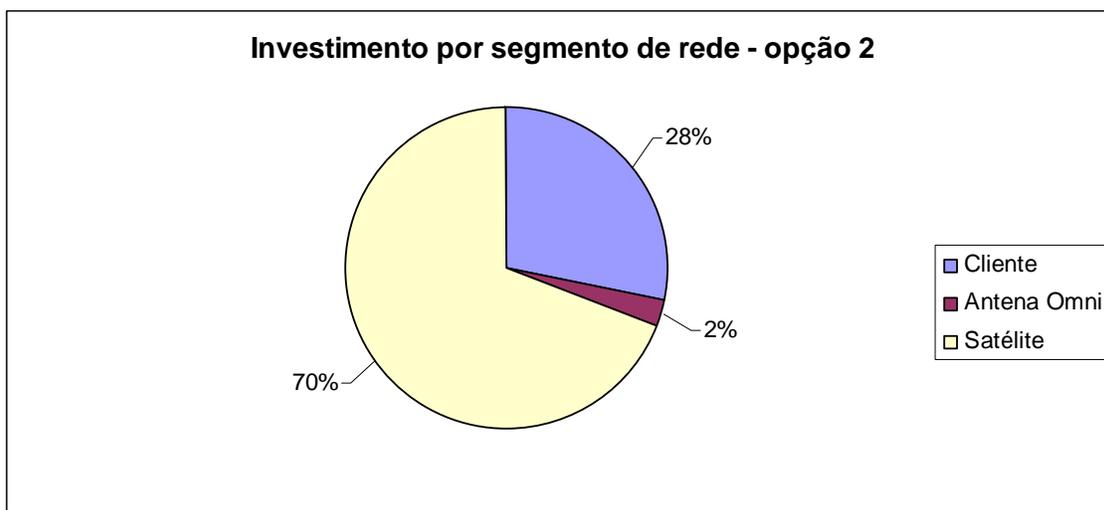


Figura 105: Investimentos por segmento de rede – Opção 2

Como se pode verificar na Figura 105, o maior investimento é feito no FP2 (Satélite) o que é compreensível, pois apesar de estar aqui englobado o equipamento de recepção satélite também se encontra englobado o custo da ligação satélite. Seguindo a ordem decrescente de investimentos temos de seguida o FP0 (Cliente). Cada cliente terá colocado em suas instalações equipamento para recepção/emissão de *WiFi*, ora este material e a sua instalação e configuração justificam esta parcela de investimentos. Por último temos o investimento que é feito no FP1 (Antena omnidireccional), uma vez que a sua função é a de distribuição de sinal, apenas será necessário a aquisição de uma outra antena aquando da aquisição de um novo equipamento de ligação satélite.

5.5.3.1.7 *Cash-Flows e Cash-Balance*

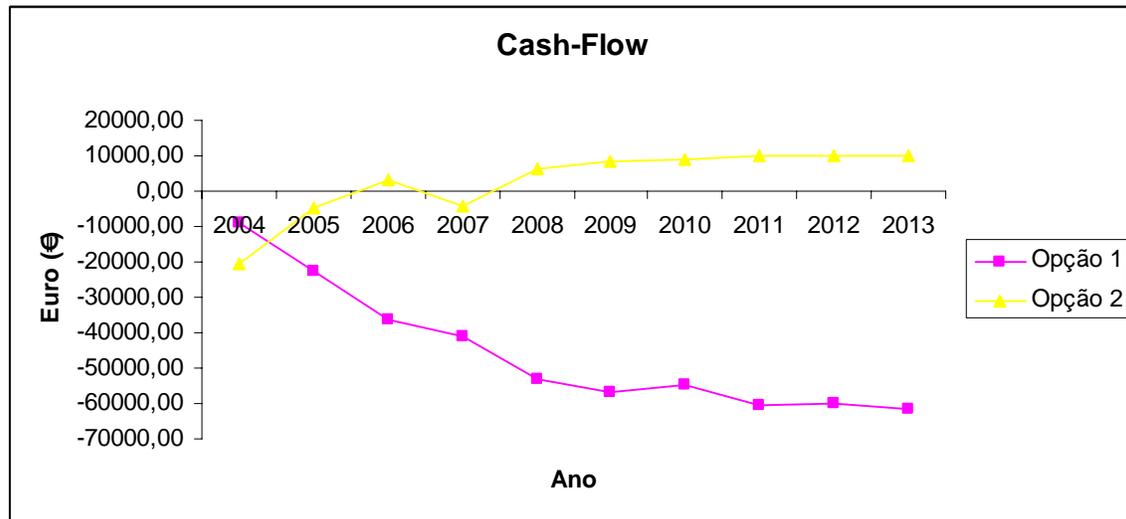


Figura 106: *Cash-Flow* de ambas as opções

Através da Figura 106 percebemos que para a opção 1 as receitas nunca serão suficientes para fazer frente aos custos, sendo até na realidade com o passar dos anos, cada vez mais insuficientes para suportar os enormes investimentos que existem. Obviamente esta situação seria contornável caso fossem aumentadas as tarifas anuais aos clientes, contudo esta seria uma opção que nunca seria tomada pois o objectivo deste estudo é encontrar as melhores tarifas para o cliente de modo a que o operador obtenha uma TIR de cerca de 10%.

No caso da opção 2, inicialmente temos um *Cash-Flow* negativo com tendência a subir pois as receitas nos primeiros 2 anos não são suficientes para fazer face aos investimentos. Em 2007 temos uma quebra no aumento do *Cash-Flow*, quebra esta que se deve à compra de um novo equipamento de recepção satélite. Após este ano o *Cash-Flow* aumenta para cerca de 10000€ anuais positivos onde tende a estabilizar até ao final do período do estudo.

Com esta figura apercebemo-nos que a opção 1, é uma opção que nunca permitiria ao operador recuperar o montante investido, havendo até na realidade um aumento gradual de prejuízos.

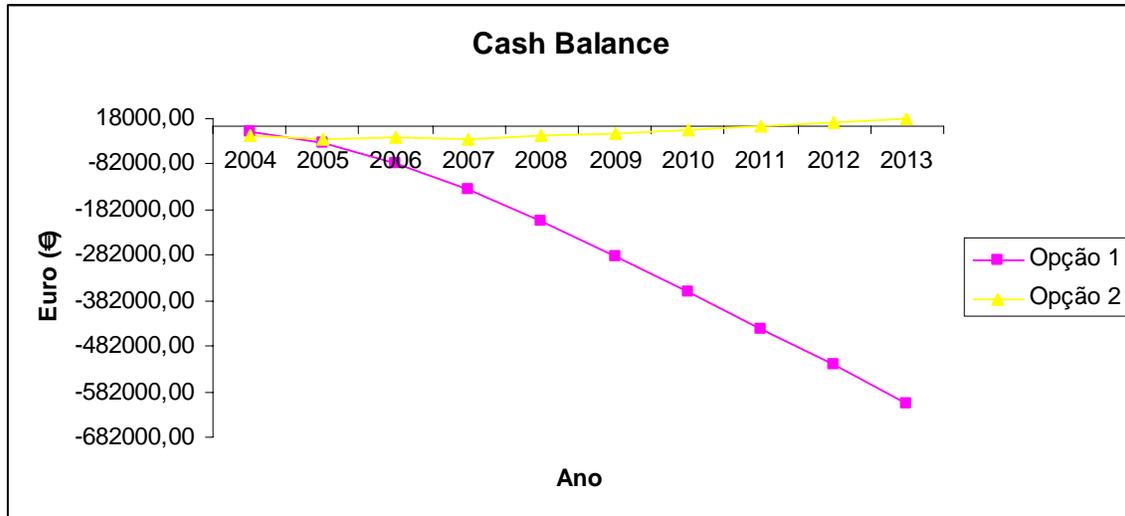


Figura 107: *Cash-Balance* de ambas as opções

Contrariamente à opção 1, neste caso temos recuperação do capital investido, pois o investimento em material é reduzido e como se pode ver pela Figura 106 as receitas chegam para fazer face aos custos. E assim deste modo com esta arquitectura conseguimos que o projecto se torne rentável ao fim de alguns anos. Nesta opção as tarifas também foram manipuladas de modo a que a TIR fosse de 10%.

5.5.3.1.8 Análise das sensibilidades

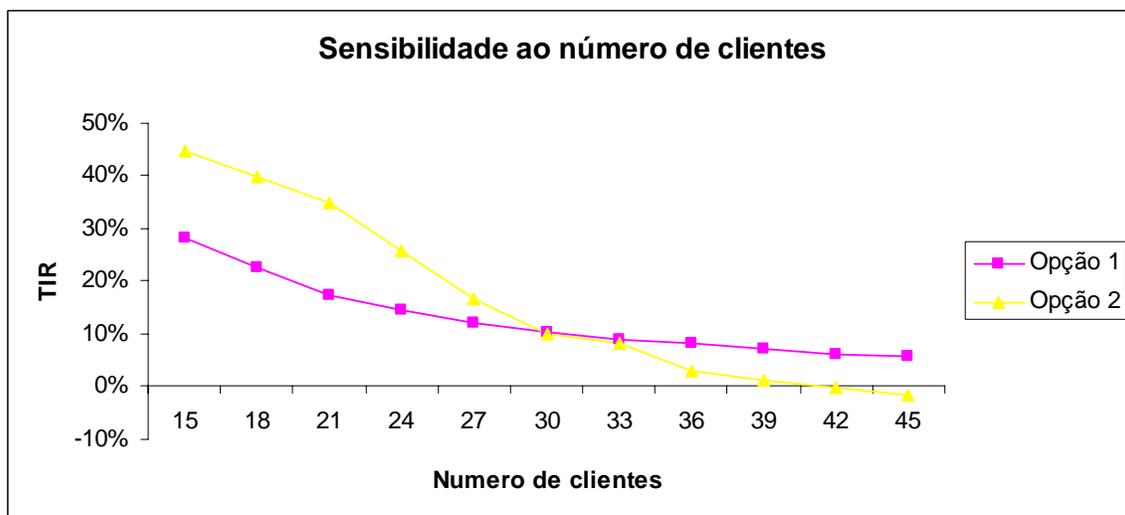


Figura 108: Sensibilidade da TIR ao número de clientes

Como se pode verificar na Figura 108 na opção 2 há uma maior variação da TIR quando se varia o número de clientes. E contrariamente ao que seria espectável quando se aumenta o número de clientes a TIR diminui. Isto acontece porque um maior número de clientes vai acarretar um aumento nos custos, aumento este que não será suplantado pelas receitas causando uma diminuição na TIR na ordem dos 50%. Para a opção 1 também se verifica que a TIR diminui com o aumento do número dos clientes. Contudo neste caso era espectável que o comportamento fosse este, pois como foi visto anteriormente, esta opção acarreta grandes custos por cada novo cliente.

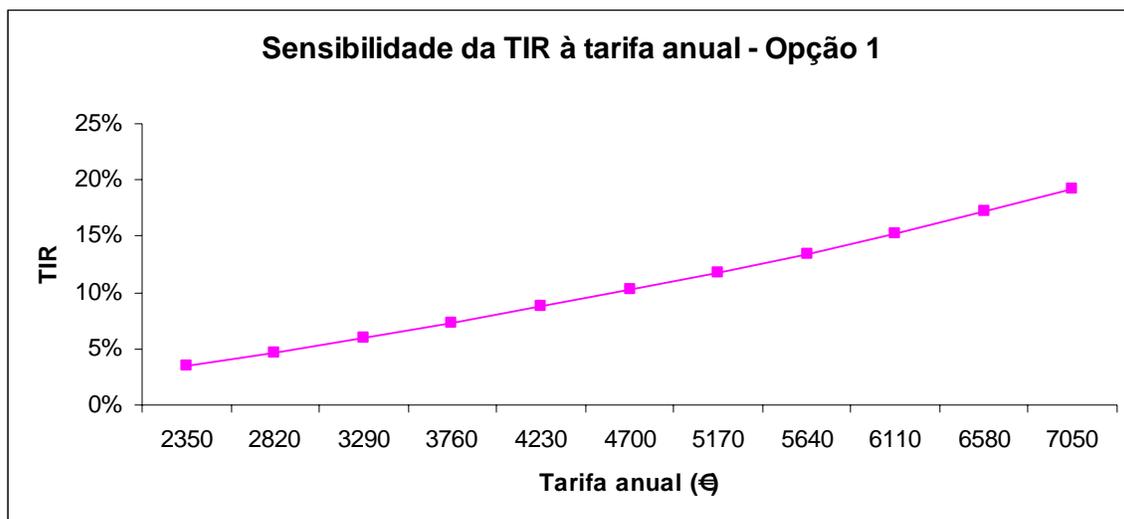


Figura 109: Sensibilidade da TIR à tarifa anual referente à Opção 1

Como seria de esperar e com a ajuda da Figura 109 podemos ter uma melhor percepção de tal facto, um aumento nas tarifas irá aumentar a TIR, pois irá aumentar as receitas que por sua vez poderão fazer maior face aos custos inerentes a esta arquitectura.

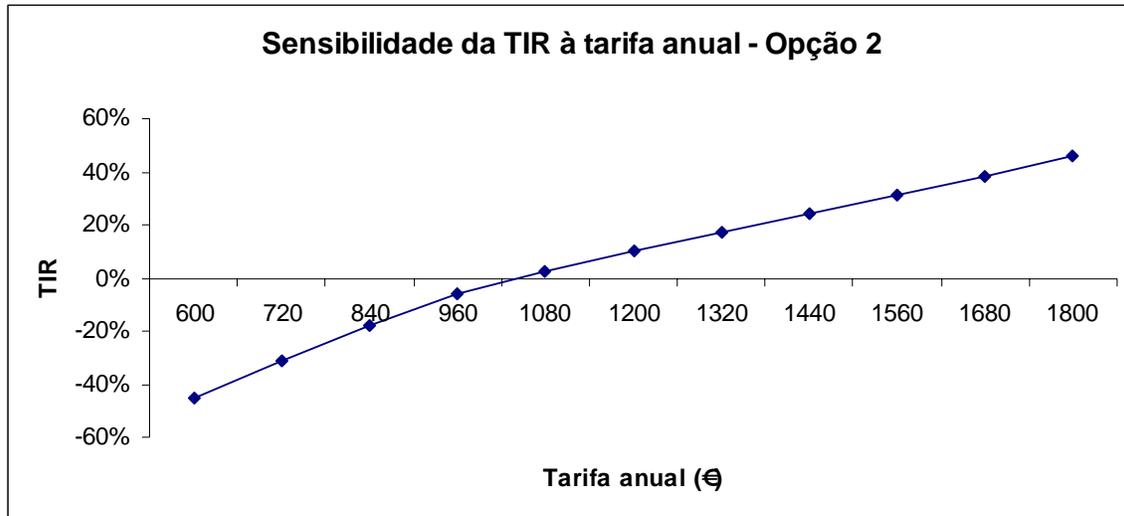


Figura 110: Sensibilidade da TIR à tarifa anual, referente à opção 2

No que respeita à opção 2 podemos inferir que as tarifas têm um papel muito preponderante no valor da TIR. Assim as tarifas aqui mais do que em outras arquitecturas já vistas anteriormente, as tarifas desempenham um papel importantíssimo na viabilidade do projecto.

5.6 Comparação de investimentos na zona industrial

De seguida será feito um estudo comparativo dos investimentos realizados por cada pólo industrial.

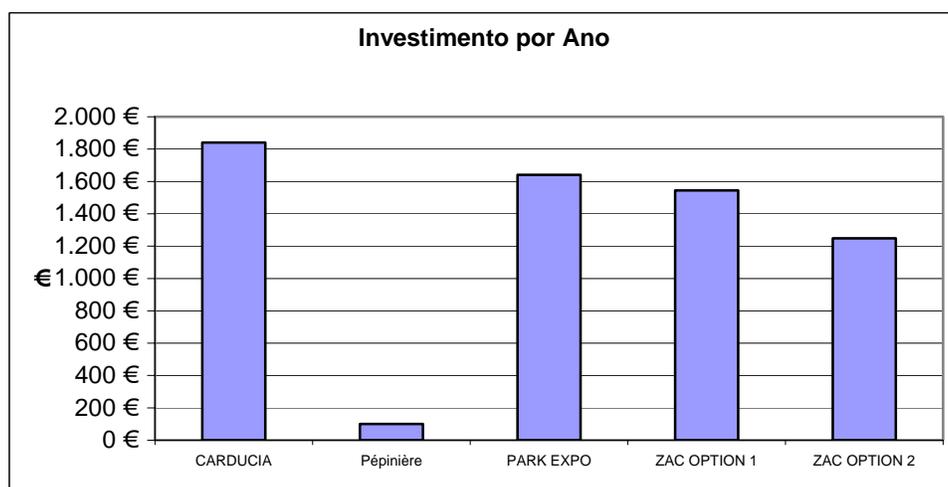


Figura 111: Custo do investimento por ano

A entidade que tem uma maior contribuição no pagamento do investimento que é feito por ano é a *Carducia* (entidade governamental), uma vez que esta contribui com uma percentagem no investimento da *Pépenière*, e por isso se explica o baixo investimento efectuado por esta.

Na ZAC (*Zone Artisanale*) a primeira solução é mais cara porque cada empresa terá que pagar um terminal de satélite enquanto que na segunda solução o investimento é um terminal de emissão/recepção de satélite e o equipamento *WiFi*, material este em que os custos serão partilhados por todas as empresas interessadas em usufruir do serviço. Logo por esta razão esta opção tornará o serviço mais barato.

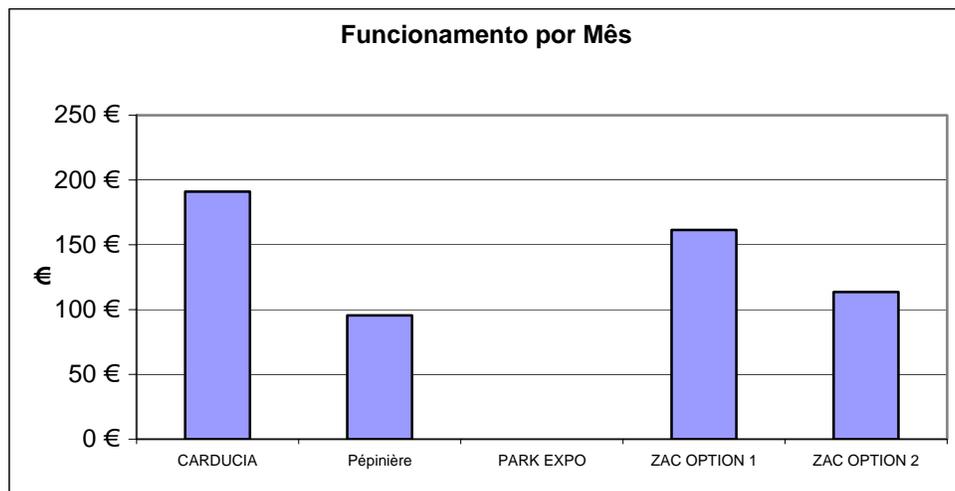


Figura 112: Custo de funcionamento por mês

A entidade que tem uma maior contribuição no pagamento da mensalidade de funcionamento é a *Carducia* (entidade governamental) posteriormente quem terá de pagar mais é a ZAC, com a primeira solução proposta, isto porque cada empresa possui um equipamento terminal de satélite. Na segunda proposta o custo da mensalidade é menor porque só há um equipamento terminal de satélite e a distribuição é feita por *WiFi*. No caso do *Parc des Expositions* a tarifa é cobrada diariamente.

6 Discussão/Conclusão

Ao longo deste estudo fomos confrontados com as várias realidades que os operadores de telecomunicações enfrentam hoje em dia quando estudam a possibilidade de fornecer serviços a zonas remotas. Há casos em que a passagem de um simples cabo de cobre é das primeiras hipóteses a serem excluídas, pois quando se fala em levar este cabo para zonas montanhosas, os custos de aberturas de valas para a sua passagem colocam este tipo de tecnologia fora de questão,

Neste projecto foi dado principal ênfase a soluções *WiFi*, devido a especificações do projecto (*Cyberal*) em si. Foram estudados vários cenários em que o meio de acesso é via satélite e que o meio de distribuição é via *WiFi*.

À excepção de um caso (Zac – opção 1), os projectos são viáveis e oferecem rentabilidade. É de chamar novamente a atenção que a meta deste estudo é que o operador tenha uma TIR na ordem dos 10%. Com este objectivo em mente, as tarifas foram manipuladas de modo a que a TIR tivesse o valor desejado. As tarifas anuais e de adesão obtidas situam-se dentro dos valores praticados no mercado actual das telecomunicações em zonas mais atractivas para os operadores (zonas de uma maior densidade urbana).

No caso da Zac – opção 1, caso em que cada cliente é possuidor de uma ligação satélite, o projecto torna-se desinteressante para um operador. Esta solução tem contudo algumas vantagens face à outra solução (existe um receptor satélite e depois há uma distribuição do sinal via *WiFi* para os clientes). Uma delas é a fiabilidade da ligação, pois o *WiFi* pode apresentar alguns problemas em condições atmosféricas muito adversas e apresenta também alguns problemas quando há obstáculos entre os pontos de ligação.

Ao terminar este estudo podemos inferir que o mercado de banda larga das zonas rurais e periféricas pode funcionar como impulsionador para operadores emergentes, pois os investimentos são reduzidos e os proveitos podem ser elevados.

No que respeita às tecnologias, o *WiFi* é uma tecnologia relativamente recente, e que tem sido bastante utilizada com um vasto leque de aplicações, sendo a mais actual o fornecimento de serviços banda larga em lugares públicos vulgo: *hotspots*, tais como aeroportos, estações ferroviárias, parques de exposições, hotéis, etc...

É também de salientar a grande vantagem das soluções *Wireless* face às soluções mais tradicionais, nomeadamente o impacto social, pois nas tecnologias sem fios não há a necessidade de abrir ruas para instalação de cabos.

Uma tecnologia actualmente em testes, é a *powerline*, que consiste em aproveitar as linhas de eléctricas para transporte de dados. Esta tecnologia tem como principal entrave aspectos legais, mas pensa-se que num futuro próximo poderá ocupar um lugar cimeiro no que respeita ao acesso de banda larga.

7 Acrónimos

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AMR	Adaptative Multi-rate
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BPON	Broadband Passive Optical Network
CDMA	Code Division Multiple Access
CEPT	European Committee of the Stations and Telecommunications
DAVIC	Digital Audio-Visual Council
DFS	Dynamic Frequency Selection
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DVB	Digital Video Broadcast
FCC	Federal Communication Commission
FDD	Frequency Division Duplex
FILT	Fiber In the Loop
FWA	Fixed <i>Wireless</i> Access
FWA	Fixed <i>Wireless</i> Access
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile
HDSL	High Bit Rate Subscriber Line
HIPERLAN/2	High Performance Radio Local Area Network tipo2
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
ISDL	Integrated Service Digital Network
ISDN	Integrated Service Digital Network
IVA	Imposto sobre Valor Acrescentado
LED	Light Emitting Diode
MP3	Moving Picture Experts Group Layer-3
MPEG4	Motion Picture Experts Group 4
MTBF	Mean Time Between Failure
OFMD	Orthogonal Frequency Digital Multiplexing

OLT	Optical Line Termination
ONU	Optical Network Unit
PLC	Power Line Communications
PLC	Power Line Communications
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Server/Service
RASDL	Rate Adaptive Digital Subscriber Line
RLAN's	Radio Local Area Networks
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
SMS	Short Message System
TCP	Transmission Control Protocol
TDD	Time Division Duplex
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade
TONIC	TechnO-ecoNomICs of IP
TPON	Telecommunication over a Passive Optical Network
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URAN	UMTS Radio Access Network
USIM	User Service Identify Module
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access network
VAL	Valor Actual Liquido
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VoIP	Voice over IP
Wadsl	<i>Wireless</i> ADSL
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WEP	Wired Equivalent Privacy
<i>WiFi</i>	<i>Wireless</i> Fidelity
Wimus	<i>Wireless</i> Multimedia System

8 Referências

- [1] [Http://gsbl.det.ua.pt/gsbl/cyberal](http://gsbl.det.ua.pt/gsbl/cyberal).
- [2] – Ricardo Ferreira, “Soluções para oferta de serviços de banda larga na rede de acesso: análise técnico-económica”, Dissertação de Mestrado em desenvolvimento, Universidade de Aveiro.
- [3] – Alex Gillespie, “Access Networks: technology and V5 interfacing”, Artech House, 1997.
- [4] – L.A. Ims *et al*, “Broadband Access Networks – Introduction strategies and techno-economic evaluation”, Ed. Chapman & Hall, 1998.
- [5] – Jorge Jardim, “Planeamento de Redes e Serviços de Telecomunicações”, Relatório de Projecto, Universidade de Aveiro, 1999.
- [6] <http://www.ipcf.org/powerlineintro.html>
- [7] <http://www.phsmou.or.jp/newsletter/issue4/WLLsystem.html>
- [8] http://www.cisco.com/en/US/products/sw/wirelssw/ps873/products_white_paper09186a00800ad645.shtml
- [9] <http://www.nt.tuwien.ac.at/mobile/research/UMTS/en/>
- [10] PUBLICITAÇÃO DE FREQUÊNCIAS Biénio 2002/2003, ANACOM Report on WRC-03
- [11] <http://www.wi-fi.org>
- [12] <http://www.networkmagazineindia.com/200206/case1.shtml>

[13] Fernando Abecassis e Nuno Cabral, "Análise Económica e Financeira de Projectos", Fundação Calouste Gulbenkian, 3ª Edição, 1991

[14] Dicionário infopédia on-line URL: www.infopedia.pt

[15] Paul A. Samuelson e William D. Nordhaus, "*Economia*", McGraw Hill, 14ª Edição, 1992

[16] Deliverables do TONIC, capítulo 7, versão 1.0 URL: <http://www-nrc.nokia.com/tonic/>

[17] Agence Lotoise de Développement, Le Lot Économique et Social 2001/2002.

Outros sites consultados:

<http://www.tele.soumu.go.jp/e/system/trunk/fwa/>

<http://www.phsmou.or.jp/newsletter/issue4/WLLsystem.html>

<http://www.distribution-europe.com/>

http://www.mainnet-plc.com/plus_architecture.htm

<http://www.spower.com.sg/spt/faq.htm>

<http://www.plca.net/whatisplc.asp>

<http://www.phsmou.or.jp/newsletter/issue4/WLLsystem.html>

9 Anexo

Martel

Identificação	Equipamento Geral							Experiência		
	Nome e contacto	Nº de Computadores	Nº de Ligações a Internet	Ligados em rede	Equipamento diverso	Ligação	Ponto de acesso	Site Internet	Nº de Comp. Ligados	Aplicações Windows/ Linux
Collège Ponto de recepção e emissão	15	1	sim	webcam/ maquina fotografica digital	RDIS	scolagora	sim	15	Windows 95 e 98	Pesquisa Internet, caixa de correio(1), videoconferência com a vila de Téquila e com as outras escolas...
Office du tourisme	2	2	não	Nenhum	RTC	wanadoo	não	1		Consulta de sites Caixa de correio (1)
Blue Line Sociedade de espectáculos	5	5		Câmara digital Máquina fotografica digital	RDIS	wanadoo	sim	5 com router	Macintosh OS8.6/OS9/OS10	necessidade de emissão por serviço dedicado: base de dados sobre o site internet Pesquisa Internet Troca de fotografias e mensagens (5 caixas)
IOM Hubert Amouroux Ponto de acesso público	7	3	não	Máquina fotografica digital	RDIS	wanadoo	sim	6 com router	Windows 98/2001 XP/ Macintosh OS9/ OS10	Transferência de dados (vídeo, imagem), FTP... Caixas de correio (10) Dados confidenciais (é necessária segurança)
Agence immobilière Joffard Mr. Joffard	2	1	não	Nenhum	RDIS	AOL	Em projecto	1	Windows 98	Pesquisa Internet, caixa de correio(1)
Internat	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

Montcuq

Identificação	Equipamento Geral							Experiência		
Nome e contacto	Nº de Computadores	Nº de Ligações a Internet	Ligados em rede	Equipamento diverso	Ligação	Ponto de acesso	Site Internet	Nº de Comp. Ligados	Aplicações Windows/ Linux	Utilização
Mairie Ponto de recepção satélite Ponto de emissão da rede local	3	3	sim	Nenhum	RDIS	wanadoo	não	1	N.D	Consulta de sites Caixa de correio (1)
Médiathèque Mr Champreux Ponto de acesso público	2	2	sim	Em projecto	RDIS		Em projecto	2	Windows XP	Pesquisa de Internet Caixa de correio (1)
Bureau d'étude Espitalier Marc espitalier	4	2	sim	Máquina fotográfica digital	RDIS	wanadoo	não	1	Macintosh	Pesquisa de Internet Caixa de correio (1)
Notaire Courbès Mr Courbès	6	6	não	Máquina fotográfica digital	RDIS e RTC	Transpac + wanadoo	não	1	Windows XP	Pesquisa Internet, caixa de correio, rede informática privada dos notários

Leyme

Identificação	Equipamento Geral							Experiência		
	Nº de Computadores	Nº de Ligações a Internet	Ligados em rede	Equipamento diverso	Ligação	Ponto de acesso	Site Internet	Nº de Comp. Ligados	Aplicações Windows/ Linux	Utilização
Ecole Mr Souffler / Mme Théron	8	8	sim	maquina fotografica digital webcam	RDIS	scolagora wanadoo	sim	1	N.D	Pesquisa Internet, caixa de correio(1), videoconferência
Mairie (sala multimédia em projecto) Ponto de recepção satélite Ponto de emissão da rede	2	1	não	Nenhum	RDIS	wanadoo	não	1	Windows 98	Consulta de sites Caixa de correio (1)
Association Ségala-Limargue Ponto de acesso público	2 em rede 1 isolado	2	sim	webcam 3 máquimas fotograficas digitais	RTC	wanadoo	Em projecto	2	Windows 98	Pesquisa de Internet Caixa de correio (1)
Institut Camille Miret Mr. Clutier	180 + 4 servidores	20	sim	N.D	RDIS	Oléane	não	15 postos com router	Windows 2000	Pesquisa de Internet

Salviac

Identificação	Equipamento Geral							Experiência		
Nome e contacto	Nº de Computadores	Nº de Ligações a Internet	Ligados em rede	Equipamento diverso	Ligação	Ponto de acesso	Site Internet	Nº de Comp. Ligados	Aplicações Windows/ Linux	Utilização
Ecole	7	2	sim	maquina fotografica digital	RDIS	wanadoo	sim	2	Windows XP e Windows 95	Pesquisa Internet, caixa de correio(1), videoconferência
Collège Mme Pierre Ponto de emissão e recepção satélite	15	15	sim	webcam/ máquina fotografica digital	RDIS	scolagora	sim	15	Windows 98 e 95	Consulta de sites Caixa de correio (1) Aplicações pedagogicas
Point Bouriane	8	8	sim	webcam máquinas fotograficas digitais	RDIS	wanadoo	sim	5	Windows 98	Pesquisa de Internet Caixa de correio (5) Possibilidade de formação à distância
Agence Immobilière Rick et Doby	1	1	N.D	maquina fotografica digital	RDIS	wanadoo	sim	1	Windows 98	Troca de informação na Internet (fotos e texto) entre as agências de Salviac e Gourdon Caixa de correio (1)