

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR ESCOLA
SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE TOMAR
ENGENHARIA INFORMÁTICA
PROJECTO DE REDES 2012 / 2013

Trabalho prático Nº 1

Alunos:
11046 Vasco Marques
11598 Bruno Calças

OBJECTIVOS:

- Análise de soluções tecnológicas para a implementação de redes wireless;
- Projecto de redes wireless de acordo com as tecnologias consideradas adequadas para os requisitos operacionais e para as condicionantes identificadas no terreno;

TOPOLOGIA DA REDE:

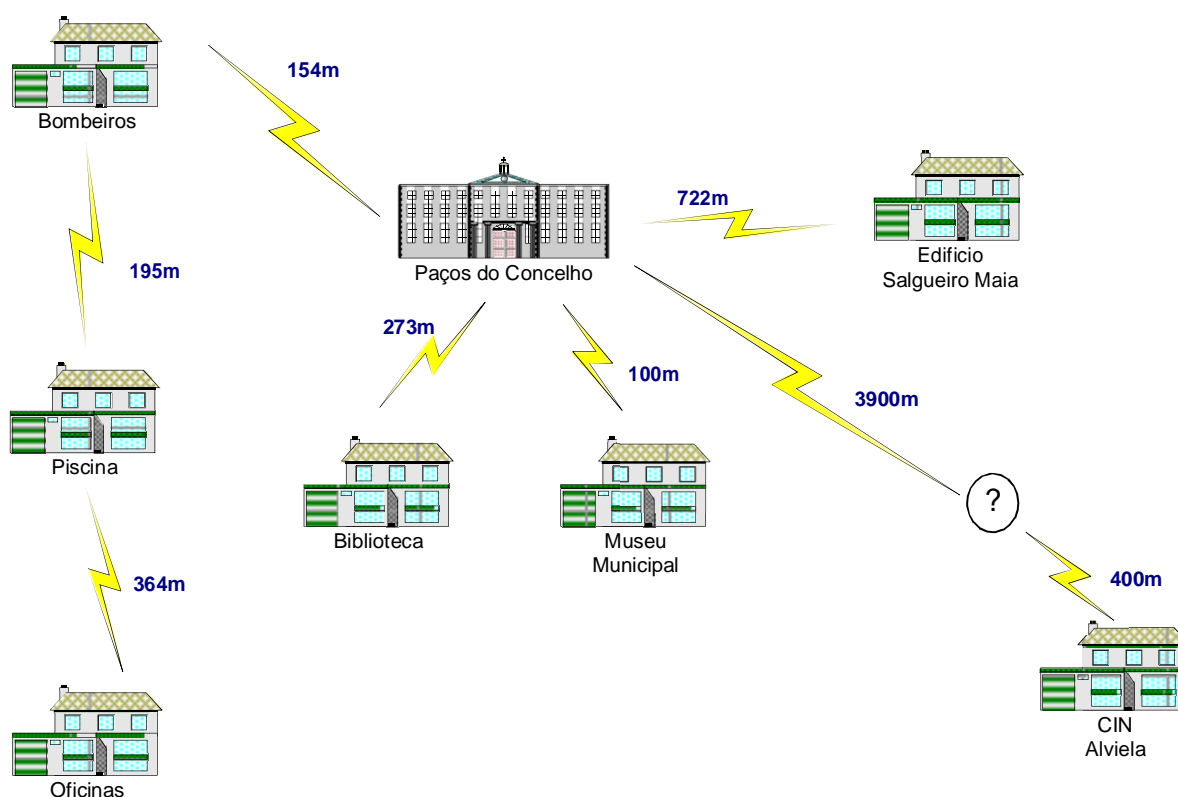
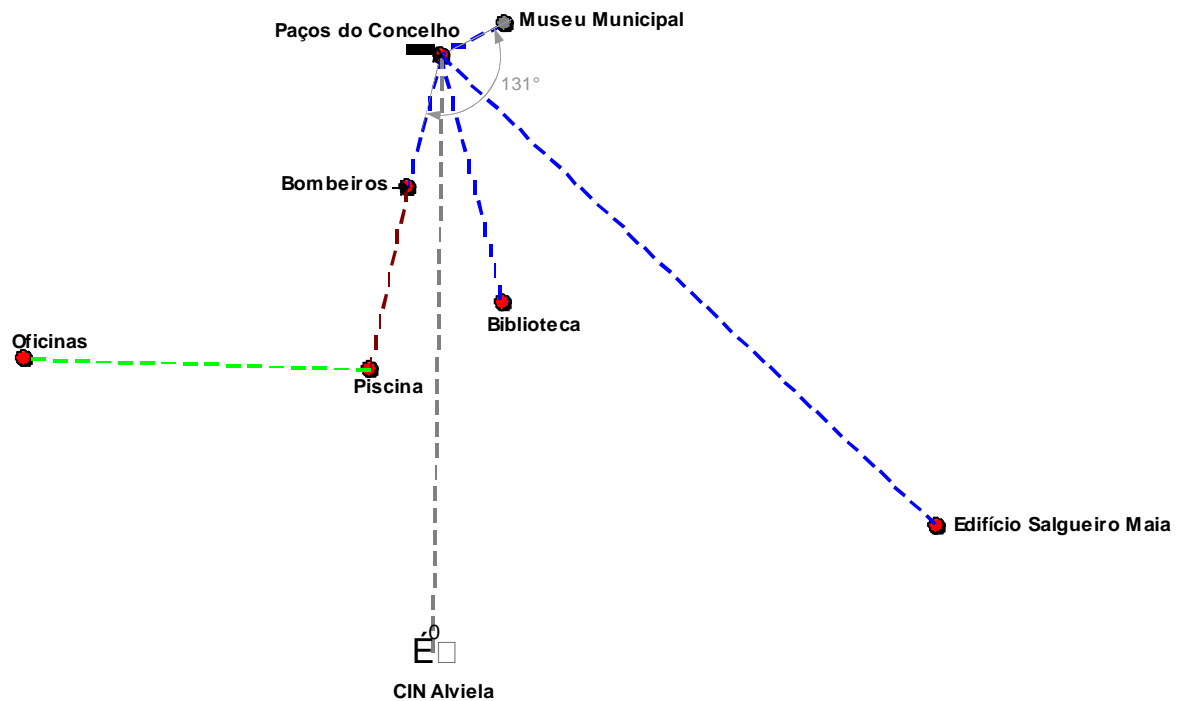


Figura 1 – Topologia da rede.

DIAGRAMA DA REDE:



NECESSIDADES DE LARGURA DE BANDA EM CADA SITE:

- ☐ Paços do Concelho – Ponto central; site onde se localizam os serviços partilhados e o acesso à Internet.
- ☐ Bombeiros – 5Mbps
- ☐ Piscinas – 15Mbps
- ☐ Oficina – 5Mbps
- ☐ CIN – 6Mbps
- ☐ Museu – 10Mbps
- ☐ Biblioteca – 20Mbps
- ☐ Ed. Salgueiro Maia – 19 Mbps

COMPRIMENTO DOS CABOS EM CADA SITE:

Site	Comprimento [m]
Paços do Concelho	10
Bombeiros	20
Edifício Salgueiro Maia	3
Biblioteca	15
CIN Alviela	30
Oficinas	12
Piscinas	6
Museu	12

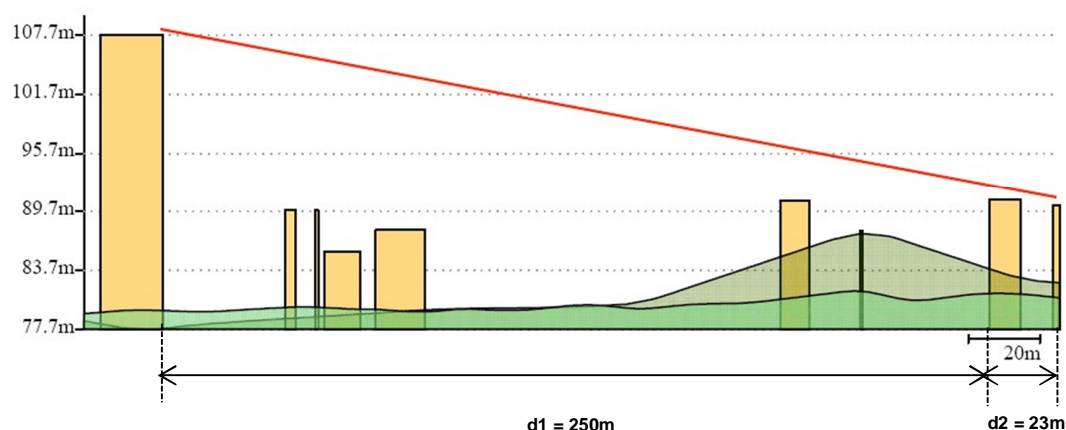
PERFIL DO TERRENO:

Fresnel Ellipsoid

Correcção aos Gráficos:

- Linhas vermelhas são as marcam o obstáculo mais alto na linha de vista.
- Linhas verdes são as novas linhas de vistas sem obstáculos
- Linhas cinzentas são os postes para subir as antenas
- Linhas pretas são para auxiliar os cálculos das distâncias e alturas dos pontos de interesse

1.1.1 Paços do Concelho – Biblioteca



- Distância – 273m
- Determinar linha de vista

Neste cenário, foi exemplificado pelo professor na aula prática, que pretendia ligar Paços do Concelho à Biblioteca em que foi necessário ter em consideração alguns dos aspectos importantes, nomeadamente a largura de banda necessária em cada site, a distância, a existência de linha de vista entre os dois pontos. Assim pode-se concluir que existe linha de vista entre os dois pontos, uma vez que não existe nenhum obstáculo que impeça a linha de vista, portanto fizeram-se alguns cálculos que verificou-se. Concluindo os cálculos que se obtiveram nas seguintes tabelas:

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Na tabela seguinte pode-se observar a existência da linha de vista entre as duas localidades e proceder a respectiva ligação das mesmas.

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	107.7m
Altura do Obstáculo:	89m
Existe linha de vista?	SIM

Neste caso verificou-se a existência de linha de vista entre as duas localidades, colocou-se a altura do prédio 107.7 metros e a altura do obstáculo 89 verificando o cálculo para determinar se há ou não linha de vista ($h-R \geq 89$).

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Neste passo para obter o cálculo do balanço de potências procedeu-se na escolha de um AP, de modo a ter necessidade de largura de banda que liga a Biblioteca cerca de 20Mbps, portanto AP deverá possuir um Data Rate maior ou igual a este valor, portanto escolheu-se o AP2620 da Enterasys 802.11/g com a antena modo de 54Mbps e um ganho de 5dBi e uma sensibilidade de -81dBm.

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2620
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	54 Mbps
GHz:	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	81

Apartir dos dados preenchidos na tabela acima pode-se efectuar os cálculos para verificar se o Link Budget é suficiente para atingir o receptor. Então tem de se calcular o EIRP sendo o emissor Paços do Concelho, o tamanho do cabo deste é de 21 metros, e o ganho da antena escolhida é de 5 dBi, ou seja não pode ser o valor do EIRP superior a 20 isto porque em Portugal não corresponde à lei que é permitida.

EIRP	
EIRP:	20
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(Dbm):	8,8

De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,273
Perdas:	88,77747778

No resultado obtido nas perdas de espaço livre, pode-se calcular o Link Budget, para isso foi necessário o valor do ganho do receptor e o tamanho do cabo. Deste modo, de acordo com a fórmula, obtemos o Link Budget, que neste caso se encontra com 10dB ou seja entre os 6 e 10 dB está ótimo.

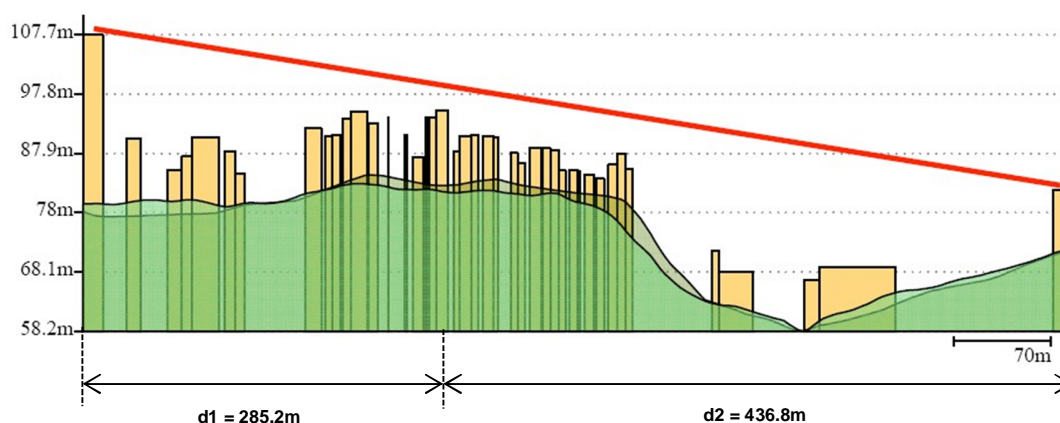
3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

Neste último passo com todos os cálculos efectuados anteriormente pode-se calcular o Link Budget e pode-se verificar a potência transmitida a esta distância está de acordo com o ganho e a sensibilidade da antena, conclui-se que a ligação tem um bom sinal, de acordo com o valor do Link Budget.

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	6,522522225

Portanto para a conclusão deste cenário, verificou-se a existência de Linha de Vista.

1.1.2 Paços do Concelho – Edifício Salgueiro Maia



- Distância – 722m
- Determinar linha de vista

Neste cenário é parecido com o anterior, portanto é com intuito prosseguir mais a frente para os respectivos cálculos e analisá-los.

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Na tabela seguinte pode-se observar a existência da linha de vista entre as duas localidades e proceder a respectiva ligação das mesmas.

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	107.7m
Altura do Obstáculo:	79m
Existe linha de vista?	SIM

Neste caso verificou-se a existência de linha de vista entre as duas localidades, colocou-se a altura do prédio 107.7 metros e a altura do obstáculo 79 verificando o cálculo para determinar se há ou não linha de vista ($h-R \geq 89$).

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

O AP escolhido para o Edifício Salgueiro Maia é igual ao dos Paços do Concelho com excepção da antena que é diferente, pois tem um ganho inferior.

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2620
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	54 Mbps
GHz:	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	81

EIRP	
EIRP:	30
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(DbM):	18,8

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,722
Perdas:	97,22496879

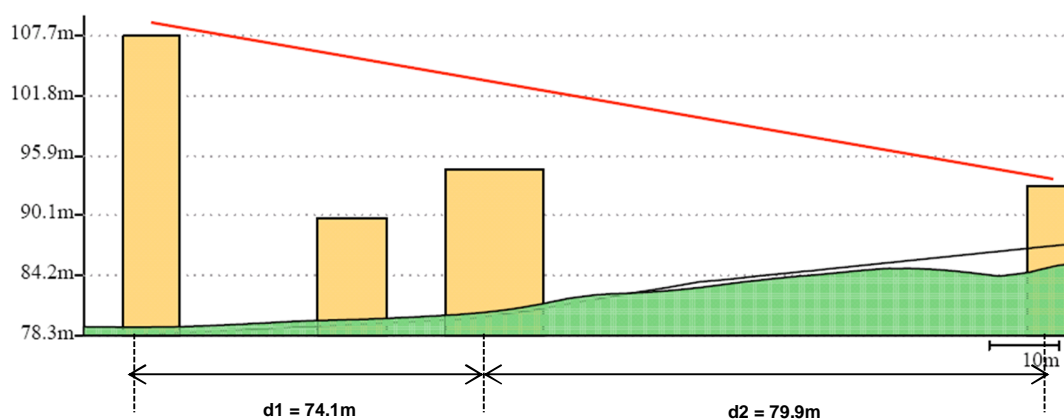
3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

Neste último passo com todos os cálculos efectuados anteriormente pode-se calcular o Link Budget e pode-se verificar a potência transmitida a esta distância está de acordo com o ganho e a sensibilidade da antena, conclui-se que a ligação tem um bom sinal, de acordo com o valor do Link Budget.

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	8,0750313214

Portanto para a conclusão deste cenário, verificou-se a existência de Linha de Vista.

1.1.3 Paços do Concelho – Bombeiros



- Distância – 154m
- Determinar linha de vista

Neste cenário é parecido com o anterior, portanto é com intuito prosseguir mais a frente para os respectivos cálculos e analisá-los.

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	107.7m
Altura do Obstáculo:	94.9m
Existe linha de vista?	SIM

Neste caso verificou-se a existência de linha de vista entre as duas localidades, colocou-se a altura do prédio 107.7 metros e a altura do obstáculo 94.9 verificando o cálculo para determinar se há ou não linha de vista ($h-R \geq 89$).

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Neste passo para obter o cálculo do balanço de potências procedeu-se na escolha de um AP, de modo a ter necessidade de largura de banda que liga aos Bombeiros cerca de 20Mbps, portanto AP deverá possuir um Data Rate maior ou igual a este valor, portanto escolheu-se o AP2620 da Enterasys 802.11/g com a antena modo de 36Mbps e um ganho de 5dBi e uma sensibilidade de -81dBm.

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2605
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	36 Mbps
GHz:	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	-81

Apartir dos dados preenchidos na tabela acima pode-se efectuar os cálculos para verificar se o Link Budget é suficiente para atingir o receptor. Então tem de se calcular o EIRP sendo o emissor Paços do Concelho, o tamanho do cabo deste é de 20 metros, e o ganho da antena escolhida é de 5 dBi, ou seja não pode ser o valor do EIRP superior a 20 isto porque em Portugal não corresponde à lei que é permitida.

EIRP	
EIRP:	15
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(DbM):	3,8

De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,154
Perdas:	83,80463925

No resultado obtido nas perdas de espaço livre, pode-se calcular o Link Budget, para isso foi necessário o valor do ganho do receptor e o tamanho do cabo. Deste modo, de acordo com a fórmula, obtemos o Link Budget, que neste caso se encontra com 10dB ou seja entre os 6 e 10 dB está ótimo.

3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

Neste último passo com todos os cálculos efectuados anteriormente pode-se calcular o Link Budget e pode-se verificar a potência transmitida a esta distância está de acordo com o ganho e a sensibilidade da antena, conclui-se que a ligação tem um bom sinal, de acordo com o valor do Link Budget.

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	6,495360749

Portanto para a conclusão deste cenário, verificou-se a existência de Linha de Vista.

1.1.4 Paços do Concelho – Museu Municipal

Não foram tiradas as coordenadas GPS, é um edifício que se encontra em frente aos Paços do Concelho, existindo clara linha de vista entre eles, a uma distância inferior a 100m.

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Para avaliar no enunciado existe claramente linha de vista entre eles, para isto prossegui para o cálculo de potências (AP e Antena).

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	---
Altura do Obstáculo:	---
Existe linha de vista?	SIM

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Neste passo para obter o cálculo do balanço de potências procedeu-se na escolha de um AP, de modo a ter necessidade de largura de banda que liga aos Bombeiros cerca de 20Mbps, portanto AP deverá possuir um Data Rate maior ou igual a este valor, portanto escolheu-se o AP2620 da Enterasys 802.11/g com a antena modo de 36Mbps e um ganho de 5dBi e uma sensibilidade de -81dBm.

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2620
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	36 Mbps
GHz:	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	-81

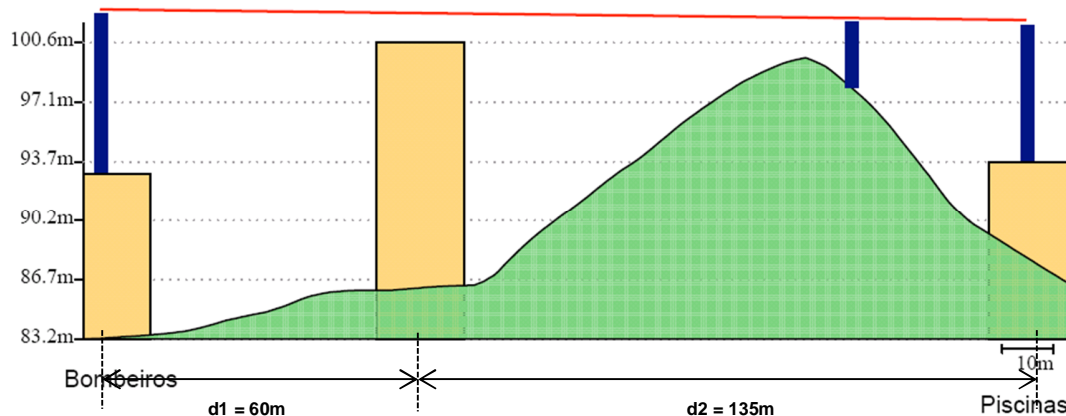
EIRP	
EIRP:	20
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(DbM):	8,8

De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,55
Perdas:	94,86147862

3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	0,438521376

1.1.5 Bombeiros – Piscinas

- Distância – 195m
- Determinar linha de vista

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Para avaliar no enunciado existe claramente linha de vista entre eles, para isto prossegui para o cálculo de potências.

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	100.6
Altura do Obstáculo:	100.6
Existe linha de vista?	SIM

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Neste passo para obter o cálculo do balanço de potências procedeu-se na escolha de um AP, de modo a ter necessidade de largura de banda que liga aos Bombeiros cerca de 20Mbps, portanto AP deverá possuir um Data Rate maior ou igual a este valor, portanto escolheu-se o AP2620 da Enterasys 802.11/g com a antena modo de 36Mbps e um ganho de 5dBi e uma sensibilidade de -81dBm.

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2620
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	36 Mbps

GHz:	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	-81

EIRP	
EIRP:	20
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(DbM):	8,8

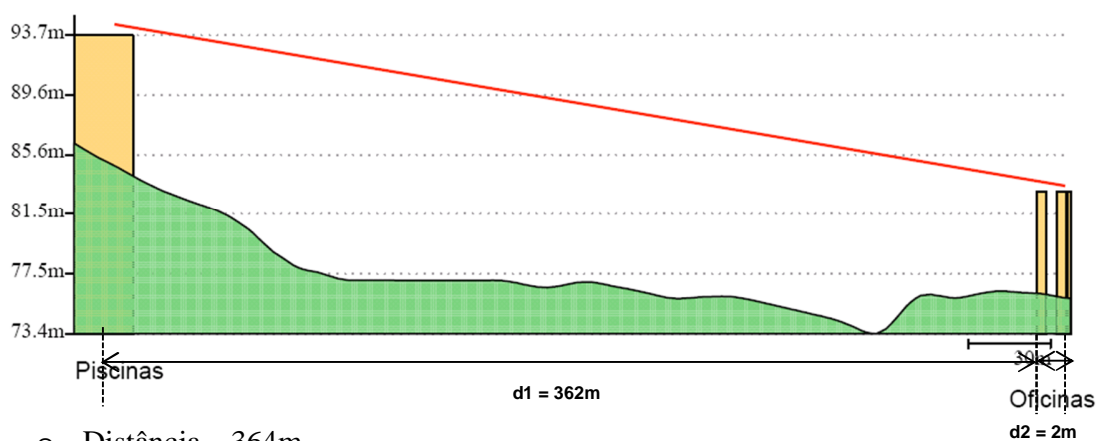
De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,195
Perdas:	85,85491706

3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	9,445082939

1.1.6 Piscinas – Oficinas



- Distância – 364m
- Determinar linha de vista

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Para avaliar no enunciado existe claramente linha de vista entre eles, para isto prossegui para o cálculo de potências. No entanto para avaliar a linha de vista obtivemos os seguintes cálculos.

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	93.7
Altura do Obstáculo:	84.7
Existe linha de vista?	SIM

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Balanço de Potências (AP e Antena)	
Ap:	2620
Data Rate:	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	54 Mbps
GHz:	2.4/5
Ganho:	2/5 dBi
Sensibilidade:	-81

EIRP	
EIRP:	20
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10
Tx(DbM):	8,8

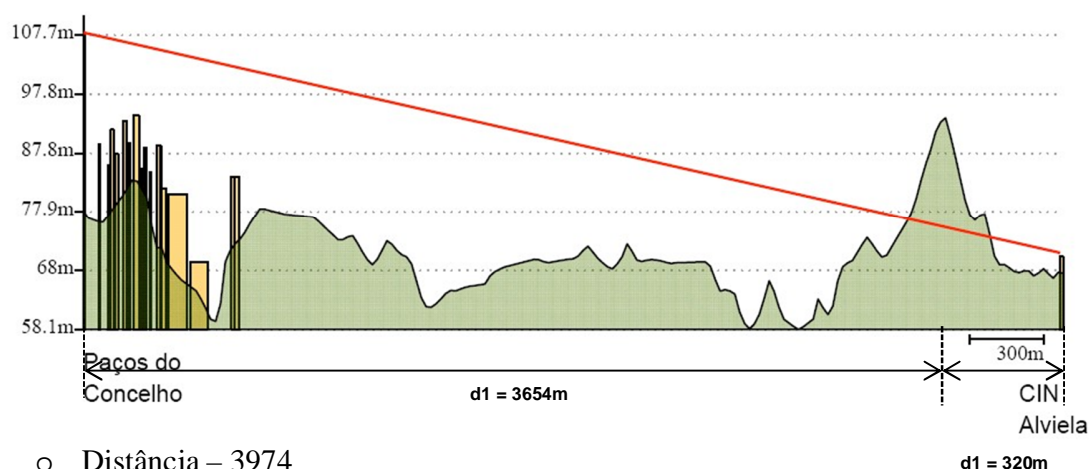
De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	0,364
Perdas:	91,2762551

3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	4,023747493

1.1.7 Paços do Concelho – Centro de Interpretação do Alviela



- Distância – 3974
- Determinar linha de vista

1º PASSO - AVALIAR A EXISTÊNCIA DE LINHA DE VISTA

Para avaliar no enunciado existe claramente linha de vista entre eles, para isto prossegui para o cálculo de potências.

LINHA DE VISTA	
Altura do Prédio:	107.7
Altura do Obstáculo:	68
Existe linha de vista?	NÃO

2º PASSO - CALCULAR O BALANÇO DE POTÊNCIAS

Balanço de Potências (AP e Antena)		
Localidades:	Paços do Concelho	CIN Alviela
Ap:	2620	2620
Data Rate:	802.11/g	802.11/g
Frequência:	2.4 a 2.4835 GHz	2.4 a 2.4835 GHz
Antena Modo (Mbps):	36 Mbps	36 Mbps
GHz:	2.4 / 5	2.4 / 5
Ganho:	2 / 5 dBi	2 / 5 dBi
Sensibilidade:	81	81
Antenas:	WS-AIO-2S14090	WS-AIO-2S07060
Tipo:	Indoor / Outdoor	Indoor / Outdoor
GHz	2.4 a 2.4835 GHz	2.4 a 2.4835 GHz

EIRP	
EIRP:	20
Perdas nos conectores:	1
Perdas nos cabos:	2,2
Ganho da antena:	10

Tx(Dbм):	8,8
-----------------	-----

De seguida procede-se ao calculo do Link Budget em que é necessário também calcular as perdas em espaço livre, em que foi necessário utilizar a frequência do AP e a distância entre os dois pontos em (Km).

Perdas de Espaço Livre	
Frequência:	2,4
Distância (Kms):	3,974
Perdas:	112,087821

3º PASSO - CALCULAR A POTÊNCIA QUE CHEGA AO RECEPTOR

ERS	
ERS (dB):	-75,3
Link Budget	
Link Budget:	-16,73878209

ELEMENTOS QUE DEVEM CONSTAR NO RELATÓRIO:

☐ Tabela Final

Estação base	Ganho da antena	Comp. do cabo	PIRE (dBm)	Pot. recebida	Estação subscritora	Ganho da antena	Comp. do cabo	PIRE	Pot. recebida	Ligação wireless		
										Dist.	Modo	Margem
Paços	10 dBi	10m	20 dBm	-77,57747778 dBm	Biblioteca	10 dBi	15m	20 dBm	-59,97747778 dBm	273	20Mbps	6,522522
Paços	10 dBi	10m	20 dBm	-96,02496879 dBm	Ed. Salgueiro Maia	10 dBi	3m	20 dBm	-68,42496879 dBm	722	19Mbps	8,075031
Paços	10 dBi	10m	20 dBm	-67,60463925 dBm	Bombeiros	10 dBi	15m	20 dBm	-67,60463925 dBm	154	5Mbps	0,438521
Paços	10 dBi	10m	20 dBm	-83,66147862 dBm	Museu	10 dBi	12m	20 dBm	-83,66147862 dBm	100	10Mbps	0,438521
Bombeiros	10 dBi	20m	20 dBm	-74,65491706 dBm	Piscinas	10 dBi	6m	20 dBm	-74,65491706 dBm	195	15Mbps	9,445083
Piscinas	10 dBi	6m	20 dBm	-80 dBm	Oficinas	10 dBi	12m	20 dBm	-80	365	5Mbps	4,023747
Paços	10 dBi	10m	20 dBm	-101 dBm	CIA	10 dBi	30m	20 dBm	-101	3974	6Mbps	16,7388

☐ Previsão de custos.

AP / Antenas	Preço
Enterasys HiPath AP2605 Wireless Access Point	179,82 €
Enterasys Hipath AP2620 Wireless Access Point	309,00 €
Antena externa WS-AIO-2S14090	292,71 €
Cabo(m)	000,16 €
Total	781,69 €

☐ Formulário

$$\text{Elipsóide de Fresnel} = \text{RAIZQ}((d1 * d2 * \lambda * n) / (d1 + d2))$$

$$\lambda = \text{Velocidade da Luz} / \text{Frequência} \quad n = 1$$

$$\text{PIRE} = \text{Potência de transmissão (TX)} - (\text{tamanho do cabo} * \text{perdas do cabo(metro)} + \text{número de conectores} * \text{perdas dos conectores}) + \text{Ganho da Antena}$$

$$\text{Lp (Perdas de espaço livre)} = 92,45 + 20 * \text{LOG10(Frequência(GHZ))} + 20 * \text{LOG10(Distância)}$$

$$\text{Link Budget} = \text{PIRE} - \text{Lp} + \text{Ganho da Antena Receptora} - (\text{Comprimento do cabo} * 0,21 + 2 * 0,5) + \text{Sensibilidade}$$

$$\text{Potência Recebida (dBm)} = \text{Ganho da Antena Emissora} + \text{Ganho da Antena Receptora} + \text{Tx} - \text{Lp}$$

- ☐ Lista do equipamento necessário com as devidas características (antenas, equipamento activo, cabos...)



Product Name: Enterasys HiPath AP2620 – Wireless access point – WS-AP2620
Manufacture Part: WS-AP2620
Product Description: Enterasys HiPath AP2620 – Wireless access point
Device Type: Wireless access point
Data Link Protocol: IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g

AP2620



Product Name: Enterasys HiPath AP2620 – Wireless access point – WS-AP2620
Manufacture Part: WS-AP2620
Product Description: Enterasys HiPath AP2620 – Wireless access point
Device Type: Wireless access point
Data Link Protocol: IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g

AP2605