



**REPÚBLICA
PORTUGUESA**

GABINETE DO PRIMEIRO-MINISTRO

Exmo. Senhor
Engº Nuno Araújo
Chefe de Gabinete do Secretário de Estado dos Assuntos
Parlamentares

SUA REFERÊNCIA

SUA COMUNICAÇÃO DE

NOSSA REFERÊNCIA Nº

ENT.: 4194/2017

PROC. Nº: A.03.03.03.10-

3111/2017

DATA

Assunto: Resposta ao Requerimento n.º 186/XIII/2.ª, de 19 de julho – A PT/ALTICE e o funcionamento das comunicações

Em resposta ao requerimento acima referido, encarrega-me o Senhor Primeiro-Ministro de informar que, as afirmações que proferiu na AR resultam de dois elementos essenciais:

- a verificação pessoal e direta, designadamente junto do Presidente da Câmara Municipal de Castanheira de Pera, como ainda no dia 18 ao fim do dia, a rede móvel MEO continuava inoperacional, mantendo os seus assinantes naquele concelho incontactáveis;

- a informação, confirmada no relatório da sociedade SIRESP, SA e do relatório preliminar do Instituto de Telecomunicações (Docs. 1 e 2), que a comunicação da rede fixa da PT foi interrompida devido ao incêndio que destruiu os seus cabos aéreos, comprometendo a comunicação que suporta, designadamente a interconexão das antenas da rede SIRESP.

Com os melhores cumprimentos

pt A Chefe do Gabinete

Rita Faden

pt *Patricia Melo e Castro*
Patricia Melo e Castro

ANEXO: ^{Adjunta} Doc 1 Relatório de Desempenho do SIRESP
Doc 2 Estudo de Funcionamento do SIRESP

Relatório de Desempenho da Rede SIRESP

Incêndio de Pedrógão Grande

17 a 22 de Junho de 2017

Classificação de Informação: Muito SECRETO SECRETO Confidencial Reservado

Documento	DATA	Versão	Originador
p_dt_qs_relatório preliminar_incêndio pedrógão grande_v0.5.docx	25 Jun. 17	0.1	[SIRESP]

ASSUNTO: Relatório de Desempenho da Rede SIRESP – Incêndio de Pedrógão Grande

A informação contida neste documento é propriedade da SIRESP e não pode ser copiada, reproduzida ou divulgada sem o consentimento escrito por parte da SIRESP.

The information contained herein is the property of SIRESP. and may not be copied, used or disclosed in whole or part without the prior written permission of SIRESP.

1. Introdução

Na sequência do Despacho nº 10/2017/PM de 23 de Junho de 2017 de S. Excelência o Sr. Primeiro Ministro a SIRESP, SA apresenta o relatório de desempenho da Rede SIRESP durante o incêndio de Pedrogão Grande, naquilo que são as suas estritas competências enquanto entidade Operadora da Rede SIRESP, no âmbito do Contrato SIRESP.

2. Enquadramento

"O SIRESP é um sistema único, baseado numa só infra-estrutura, nacional, partilhado, que assegura a satisfação das necessidades de comunicações das forças e serviços de emergência e de segurança, satisfazendo a intercomunicação e a inter-operabilidade entre aquelas forças e serviços e, em caso de emergência, permite a centralização do comando e da coordenação".

(da Resolução do Conselho de Ministros N.º 56/2003)

No dia 4 de Julho de 2006 foi assinado o Contrato SIRESP (Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal), entre o Gabinete de Estudos e de Planeamento de Instalações do Ministério da Administração Interna (posteriormente incorporado na Secretaria Geral do Ministério da Administração Interna - SGMAI) e a SIRESP – Gestão de Redes Digitais de Segurança e Emergência, S.A.

No Contrato SIRESP estão definidas duas entidades:

- Entidade Gestora (SGMAI) – Responsável pela gestão e exploração do SIRESP, nomeadamente, gestão dos utilizadores, Help-Desk de 1ª Linha, organização dos grupos de conversação (Talk Groups), Centro de Operação de Gestão (COG), gestão das Unidades Móveis, ampliação da capacidade de processamento de comunicações e expansões da cobertura da rede.
- Entidade Operadora (SIRESP, SA) – Responsável pela implementação (que inclui infra-estruturas básicas, equipamento de telecomunicações, antenas, comutadores, sub-sistema aplicacional e de gravação de voz), manutenção preventiva e correctiva, gestão das aplicações, análise do desempenho da Rede e supervisão do SIRESP.

Para a gestão e operação da Rede SIRESP as duas entidades dispõem de dois centros de supervisão funcionando 24x7, os quais partilham as mesmas aplicações e acedem ao mesmo conjunto de dados:

- Centro de Supervisão da Rede SIRESP, gerido pela SIRESP, SA tendo com função principal a supervisão da infra-estrutura da Rede SIRESP para efeitos de manutenção;
- Centro de Operação e Gestão (COG), gerido pela SGMAI com a função principal de interacção com os utilizadores.



A Rede SIRESP é baseada na tecnologia de comunicações trunking digital TETRA (Terrestrial Trunked Radio), de acordo com o padrão europeu desenvolvido pelo ETSI (European Telecommunications Standards Institute), sendo a referência no espaço europeu na área de segurança (PSS – Public Safety and Security).

Esta tecnologia é amplamente utilizada na europa, nomeadamente, Reino Unido, Alemanha, Itália, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Suécia, Noruega, Islândia, Irlanda, Áustria, Mónaco, Polónia, Croácia e Lituânia.

A Rede SIRESP está dimensionada para suportar até 53500 utilizadores e é constituída por 7 comutadores, 550 Estações Base, 52 salas de despacho e duas Estações Móveis.

As Estações Móveis visam o reforço e expansão da rede em situações de contingência, permitindo um acréscimo da sua capacidade de resposta em acções que envolvam um elevado número de meios operacionais, utilizando-se por exemplo na substituição de uma estação-base inoperacional ou no aumento temporário de cobertura.

3. Desempenho da Rede SIRESP durante o incêndio

3.1 Localização geográfica do incêndio e Estações Base na zona

A figura seguinte representa a posição das estações base da Rede SIRESP na zona do incêndio de Pedregão Grande, no qual estão identificadas as 16 Estações Base com intervenção na zona do incêndio.

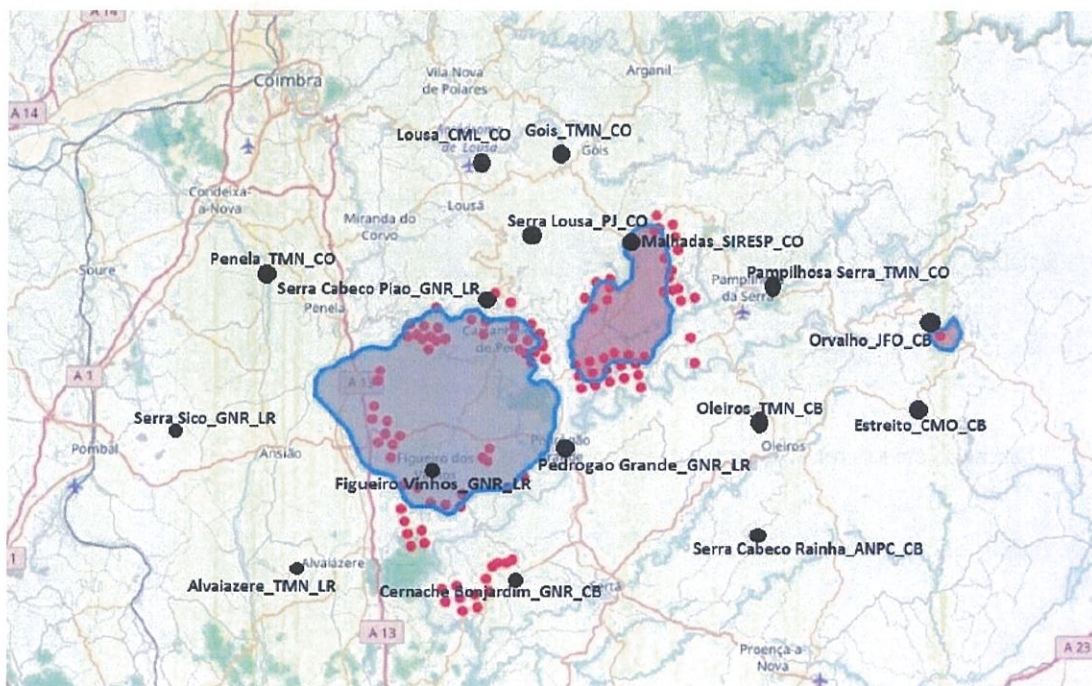


Figura 1 - Incêndio de Pedregão Grande (fonte: EFFIS – Sistema Europeu de Informação de Fogos Florestais 19/6/2017 10:00).

As áreas delimitadas a cor azul correspondem às áreas ardidas, sendo que os círculos de cor vermelha representam, na altura da captura da imagem, os focos activos de incêndios.

A figura 2 representa as distâncias entre as diversas Estações Base.

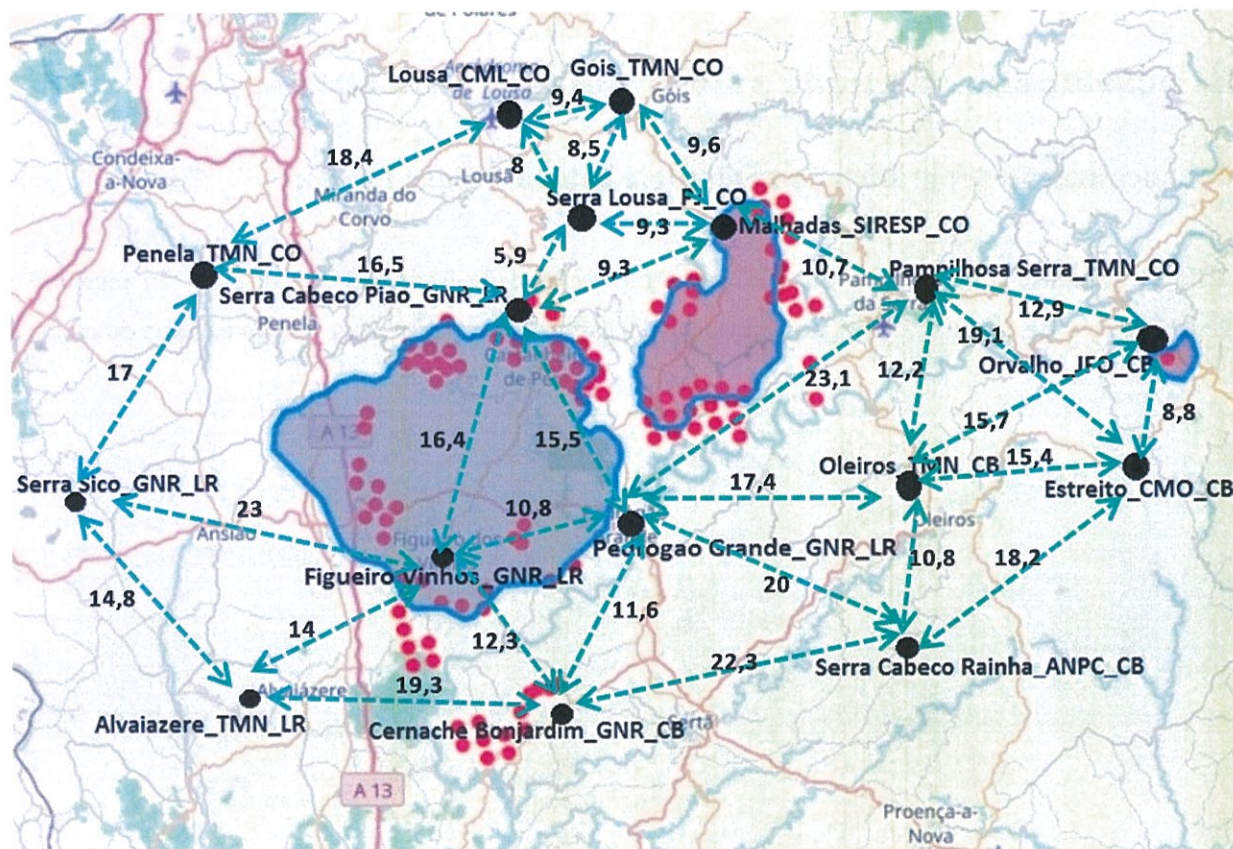


Figura 2 – Distâncias em km relativas entre as Estações Base.

3.2 Fita do tempo dos eventos com potencial impacto no nível de serviço

Das 16 Estações Base que cobrem a zona do incêndio verificou-se que 5 destas entraram em modo local (LST – Local Site Trunking), em virtude da destruição pelo incêndio, dos cabos de fibra óptica e outros da rede de telecomunicações que asseguram contratualmente a interligação ao resto da Rede.

Embora em modo de serviço local (LST-Local Site Trunking), cada Estação Base garante a comunicação entre os operacionais no terreno na respectiva área de cobertura, sendo esta uma característica da tecnologia TETRA.

Além do funcionamento em modo local, a tecnologia TETRA permite ainda que os operacionais comuniquem directamente entre si no designado modo directo (walkie-talkie).

A tabela seguinte descreve de forma cronológica os principais eventos relacionados com as cinco Estações Base acima referidas e a entrada em funcionamento Estação Móvel.

Data	Hora	Estação Base SIRESP	Descrição da situação
17/6/2017	19:38	Pedrogão Grande	Entrada em modo local (LST)
	20:26	Malhadas	Entrada em modo local (LST)
	20:26	Pampilhosa da Serra	Entrada em modo local (LST)
	20:32	Serra da Lousã	Entrada em modo local (LST)
18/6/2017	03:53	Figueiró dos Vinhos	Entrada em modo local (LST)
	09:32	Estação Móvel	Ligada na zona de Pedrogão
	12:14	Pedrogão Grande	Desligada por solicitação da SGMAI
	12:14	Figueiró dos Vinhos	Desligada por solicitação da SGMAI
	13:20	Pampilhosa da Serra	Desligada por solicitação da SGMAI
	13:53	Malhadas	Desligada por solicitação da SGMAI
19/6/2017	15:45	Serra da Lousã	Desligada por solicitação da SGMAI
	11:44	Pedrogão Grande	Estação retoma o funcionamento normal
	18:07	Estação Móvel	Ligada em novo local na zona de Avelar
20/6/2017	21:10	Figueiró dos Vinhos	Estação retoma o funcionamento normal
	14:55	Serra da Lousã	Estação retoma o funcionamento normal
	15:27	Malhadas	Estação retoma o funcionamento normal
	19:15	Pampilhosa da Serra	Estação retoma o funcionamento normal

Na sequência da decisão do COG/SGMAI de mandar avançar com a Estação Móvel que está a cargo da PSP, foi solicitado à SIRESP, SA o suporte técnico necessário para a sua posterior colocação ao serviço.

No dia 18, às 9:32 a Estação Móvel foi colocada em funcionamento na zona de Pedrogão Grande.

Na sequência da solicitação do Centro de Operações e Gestão (COG), as Estações Base que estavam em modo local (Pedrógão Grande, Malhadas, Figueiró dos Vinhos, Pampilhosa da Serra e Serra da Lousã) foram progressivamente desligadas passando a Estação Móvel a assegurar as comunicações na rede SIRESP, conjuntamente com as restantes 11 Estações Base.

As estações foram desligadas pelas equipas ao serviço da SIRESP, SA, que para tal se deslocaram aos locais.

No dia 19 a Estação Móvel foi deslocada para a zona de Avelar, acompanhando a deslocação do Centro de Comando da Protecção Civil, tendo sido colocada em funcionamento às 18:07.

À medida que os circuitos de telecomunicações foram repostos, as Estações Base entraram em funcionamento pleno (WAT – Wide Area Trunking), entrando no dia 19 as Estações Base de Figueiró dos Vinhos e Pedrógão Grande e no dia 20 as estações de Malhadas, Pampilhosa e Serra da Lousã.

A reposição do funcionamento das estações ocorreu após as equipas técnicas ao serviço da SIRESP, SA terem-se deslocado a cada uma delas, para as ligar, uma vez que após a instalação da Estação Móvel elas tinham sido desligadas.

Verificou-se ainda que não houve estações fora de serviço por falha de energia eléctrica.

3.3 Desempenho segmentado por períodos de tempo

As tabelas seguintes apresentam o número de chamadas processadas e o número de situações de saturação (*busies* – não consegue estabelecer a comunicação à primeira tentativa) para cada uma das Estações Base, relativamente aos períodos P1, P2 e P3.

3.3.1 Período das 14:00 às 19:00 de dia 17 (P1)

P1			
Estação Base	Entre as 14:00 e as 19:00 do dia 17		
	nº chamadas	nº busies	% busies
Alvaiázere	2.205	0	0,0%
Cernache Bonjardim	1.486	0	0,0%
Estreito	1.413	0	0,0%
<i>Figueiro dos Vinhos</i>	2.339	0	0,0%
Góis	1.401	0	0,0%
Lousã	2.268	0	0,0%
<i>Malhadas</i>	3.056	1	0,0%
Oleiros	3.805	86	2,2%
Orvalho	412	0	0,0%
<i>Pampilhosa da Serra</i>	1.329	0	0,0%
<i>Pedrogão Grande</i>	3.045	144	4,5%
Penela	1.253	0	0,0%
Serra Cabeço do Pião	4.962	0	0,0%
Serra Cabeço da Rainha	3.407	14	0,4%
<i>Serra da Lousã</i>	2.877	1	0,0%
Serra do Sicó	4.128	0	0,0%
TOTAL	39.386	246	0,6%

Verifica-se que:

- O número de chamadas processadas nas 16 Estações Base foi superior a 39 mil, o que representa uma média de 7877 chamadas processadas por hora.
- O número de situações de saturação foi de 246, representando 0,6% das tentativas de chamada.

3.3.2 Período das 19:00 de dia 17 às 9:00 de dia 18 (P2)

P2

Estação Base	Entre a 19:00 de dia 17 e as 9:00 de dia 18		
	nº chamadas	nº busies	% busies
Alvaiázere	11.558	115	1,0%
Cernache Bonjardim	7.885	0	0,0%
Estreito	5.386	0	0,0%
<i>Figueiro dos Vinhos</i>	10.715	1265	10,6%
Góis	4.214	0	0,0%
Lousã	3.561	0	0,0%
<i>Malhadas</i>	1.531	33	2,1%
Oleiros	14.369	391	2,6%
Orvalho	5.893	0	0,0%
<i>Pampilhosa da Serra</i>	825	0	0,0%
<i>Pedrogão Grande</i>	795	92	10,4%
Penela	5.835	0	0,0%
Serra Cabeço do Pião	22.914	6565	22,3%
Serra Cabeço da Rainha	6.518	1785	21,5%
<i>Serra da Lousã</i>	1.179	3	0,3%
Serra do Sicó	12.077	146	1,2%
TOTAL	115.255	10395	8,3%

Verifica-se que:

- O número de chamadas processadas nas 16 Estações Base foi superior a 115 mil, o que representa uma média de 8233 chamadas processadas por hora, valor superior ao do período P1 apesar de neste período P2 terem entrado em modo local (LST) as cinco seguintes Estações Base – Pedrogão Grande, Malhadas, Pampilhosa da Serra, Serra da Lousã e Figueiró dos Vinhos;
- O número de situações de saturação foi de 10395, representando 8,3% das tentativas de chamada;
- A Estação Base de Serra Cabeço do Pião foi aquela que mais chamadas processou e simultaneamente mais *busies* teve, porque atingiu a sua capacidade disponível, tendo sido processadas em média 1646 chamadas por hora.
- Houve 1092 terminais que efectuaram chamadas neste período, nas referidas 16 estações (Anexo 1).

De referir que as estações que neste período mais aumentaram a média de tráfego horário foram Orvalho (porque deu cobertura a um outro incêndio conforme Figura 2), Cernache do Bonjardim e Alvaiázere, estas precisamente por se encontrarem mais próximo de Pedrogão Grande e de Figueiró dos Vinhos, respectivamente a 11,6km e 14km (Figura 2), que tinham entrado em modo local (LST).

3.3.3 Período das 12:00 de dia 17 às 12:00 de dia 22 (P3)

P3

Estação Base	Entre a 12:00 de dia 17 e as 12:00 de dia 22		
	nº chamadas	nº busies	% busies
Alvaiázere	86.777	6.560	7,0%
Cernache Bonjardim	54.797	210	0,4%
Estação Móvel	32.452	893	2,7%
Estreito	23.432	0	0,0%
<i>Figueiro dos Vinhos</i>	57.843	5.424	8,6%
Góis	48.427	62	0,1%
Lousã	37.670	2	0,0%
<i>Malhadas</i>	54.602	14.757	21,3%
Oleiros	127.865	18.046	12,4%
Orvalho	30.170	2	0,0%
<i>Pampilhosa da Serra</i>	27.804	426	1,5%
<i>Pedrogão Grande</i>	58.315	5.228	8,2%
Penela	46.505	37	0,1%
Serra Cabeço do Pião	171.331	90.648	34,6%
Serra Cabeço da Rainha	145.905	37.673	20,5%
<i>Serra da Lousã</i>	46.925	8.582	15,5%
Serra do Sicó	121.826	18.630	13,3%
TOTAL	1.172.646	207.180	15,0%

Verifica-se que:

- O número de chamadas processadas nas 16 Estações Base foi superior a 1 milhão e cem mil, o que representa uma média de 9772 chamadas processadas por hora.
- O número de situações de saturação foi de 207180, representando 15% das tentativas de chamada.

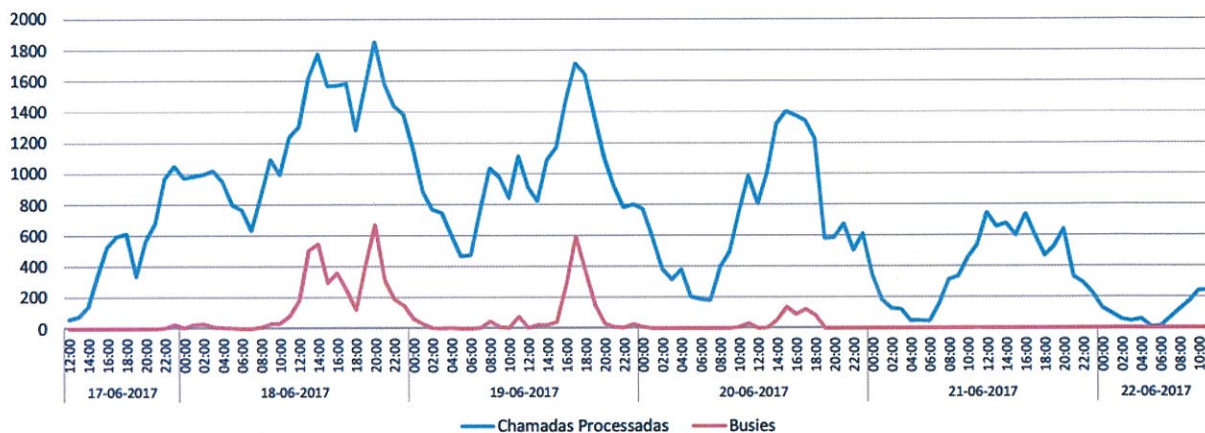
- A Estação Base de Serra Cabeço do Pião foi aquela que mais chamadas processou e simultaneamente mais *busies* teve, porque atingiu a sua capacidade disponível, tendo sido processadas em média 1428 chamadas por hora.
- Houve 3301 terminais que efectuaram chamadas neste período, nas referidas 16 estações (Anexo 2).

3.4 Desempenho por Estação Base

Os gráficos seguintes ilustram o desempenho das Estações Base podendo-se extrair as seguintes conclusões principais:

- Durante o dia 17, primeiro dia do incêndio, as situações de congestionamento não foram significativas, particularmente até às 23:00;
- Nas Estações Base Cernache do Bonjardim, Estação Móvel, Estreito, Góis, Lousã, Orvalho e Penela não se verificaram situações de congestionamento com significado em todo o período em análise;
- As Estações Base de Figueiró dos Vinhos, Malhadas, Pampilhosa da Serra, Pedrogão Grande e Serra da Lousã tiveram um período de funcionamento em modo local (LST), durante o qual o tráfego processado não é registado, pelo que no gráfico aparecem com tráfego nulo. Após o período de LST as estações foram desligadas, por solicitação da SGMAL, na sequência da colocação em serviço da Estação Móvel.
- As Estações Base de Figueiró dos Vinhos, Malhadas, Pedrogão Grande e Serra da Lousã, após serem ligadas também registaram situações de congestionamento, justificadas por procura de tráfego acima da sua capacidade;
- Nas restantes Estações Base, o maior congestionamento ocorreu após o dia 17:
 - Alvaiázere – dia 18, entre as 20:00 e as 21:00 e dia 19 entre as 17:00 e as 18:00;
 - Oleiros – dia 20, entre as 16:00 e as 17:00;
 - Serra Cabeço do Pião – dia 19, entre as 17:00 e as 18:00;
 - Serra Cabeço da Rainha – dia 18, entre as 17:00 e as 18:00 e dia 19 entre as 17:00 e as 18:00;
 - Serra de Sicó – dia 20, entre as 14:00 e as 15:00;

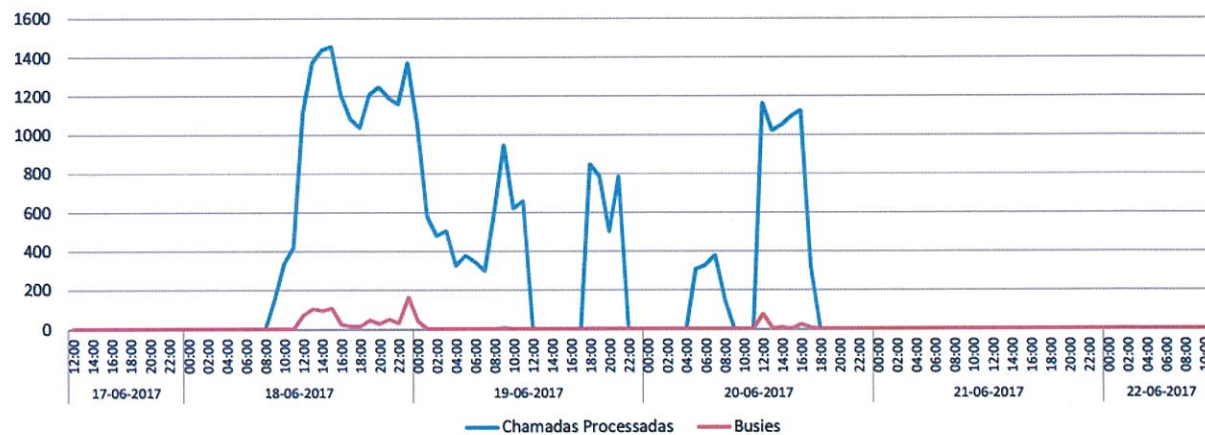
Alvaiázere

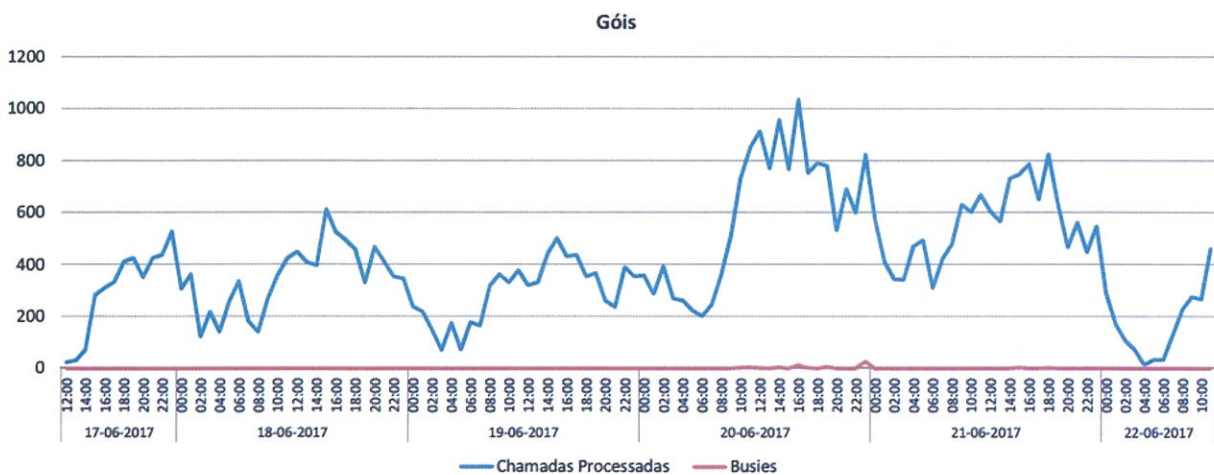
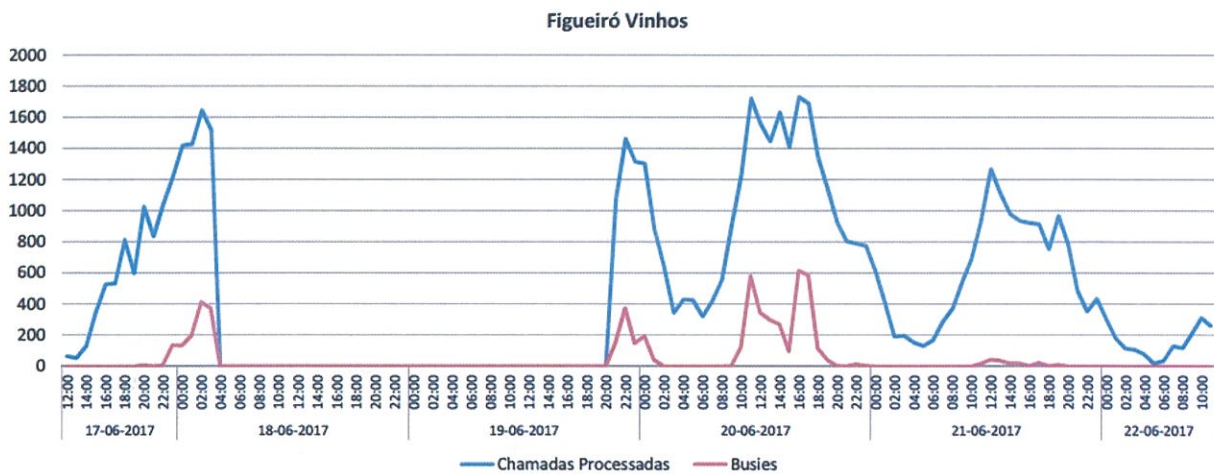


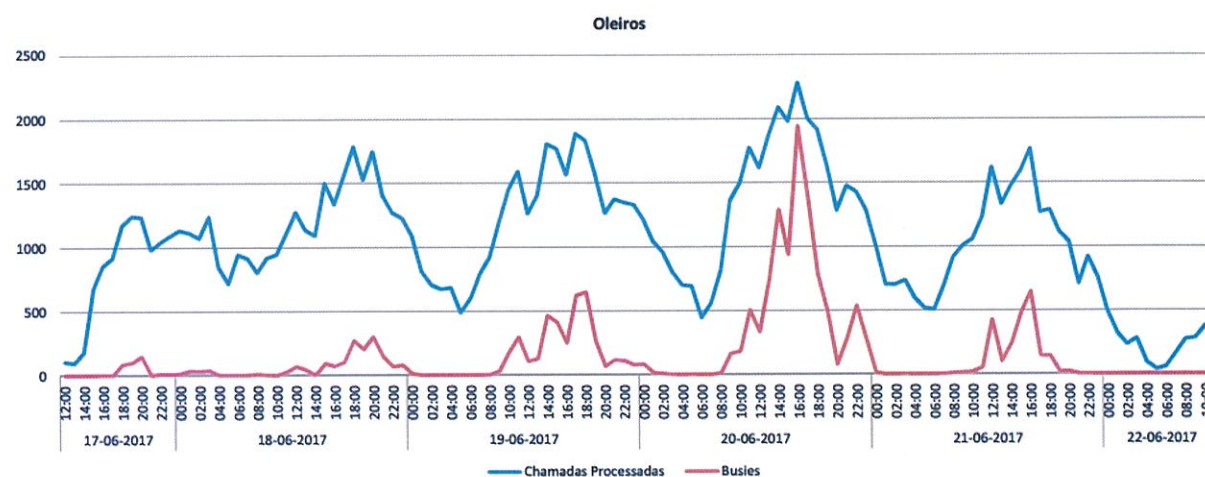
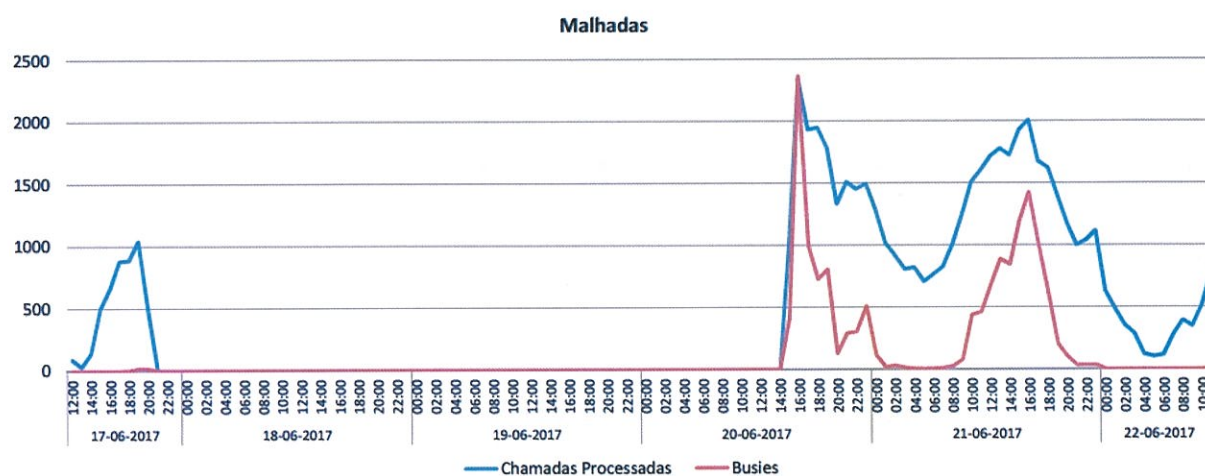
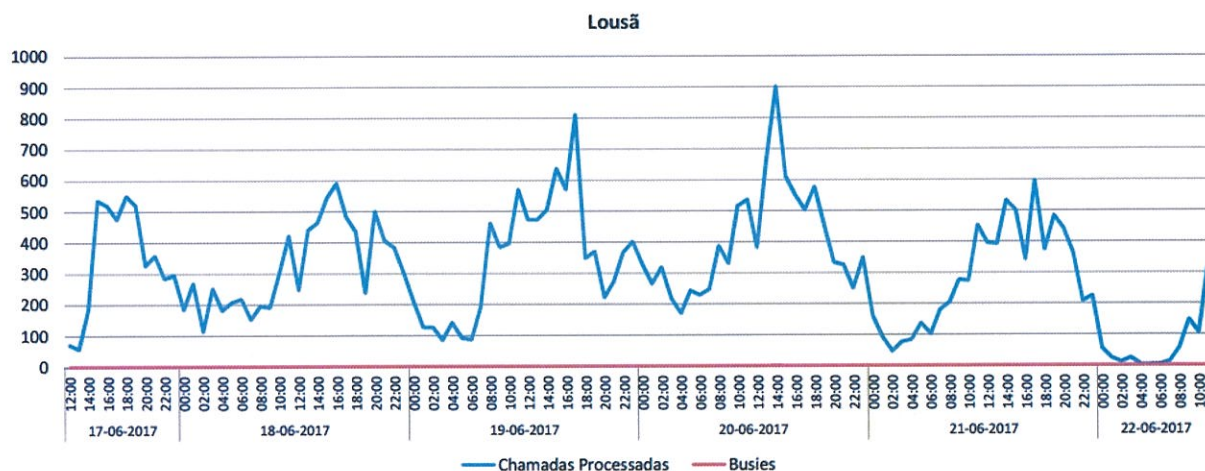
Cernache

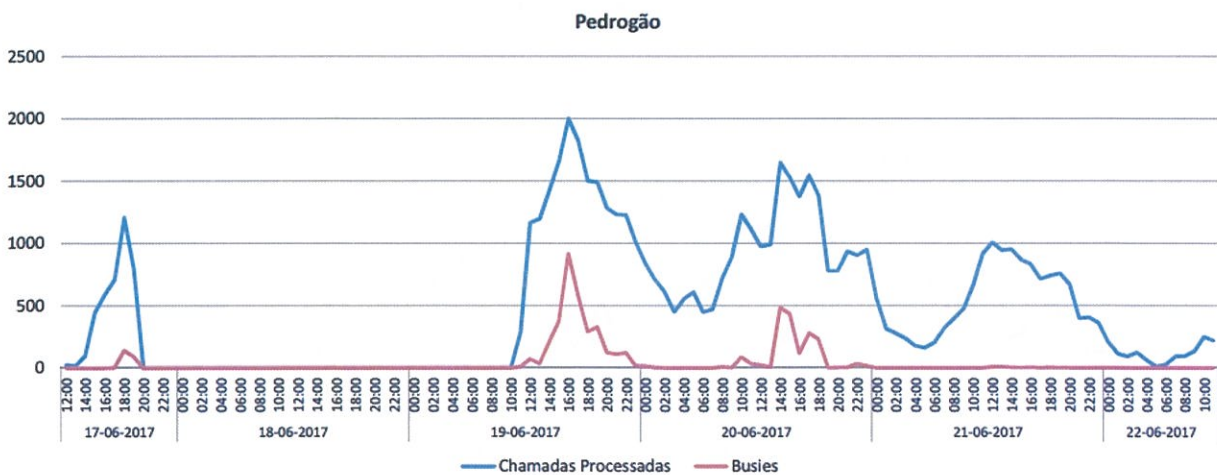
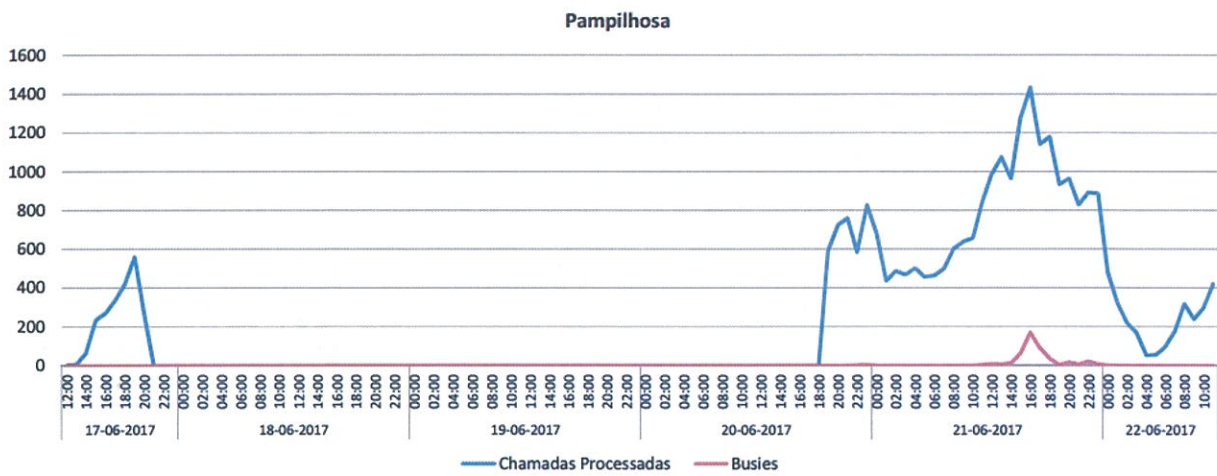
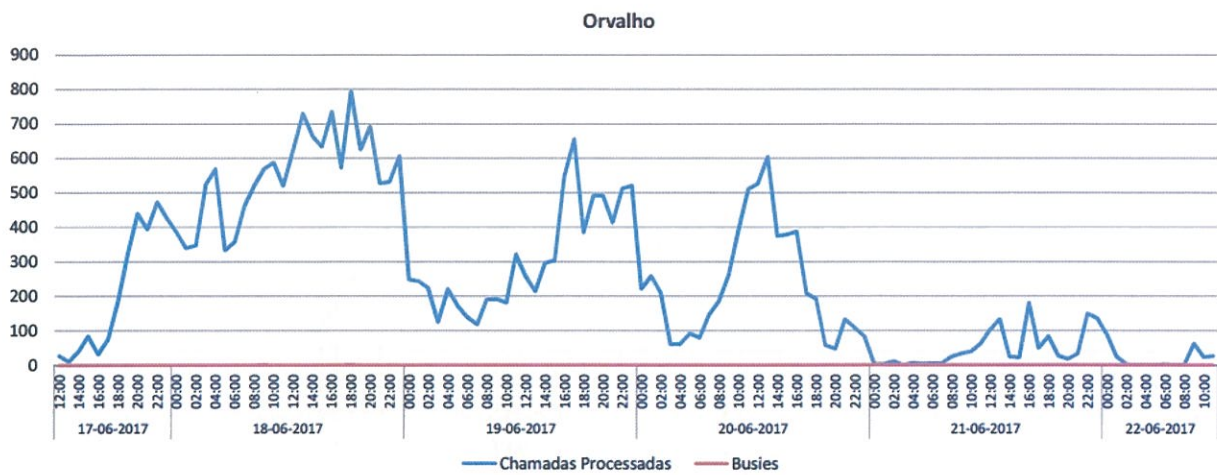


Estação Móvel

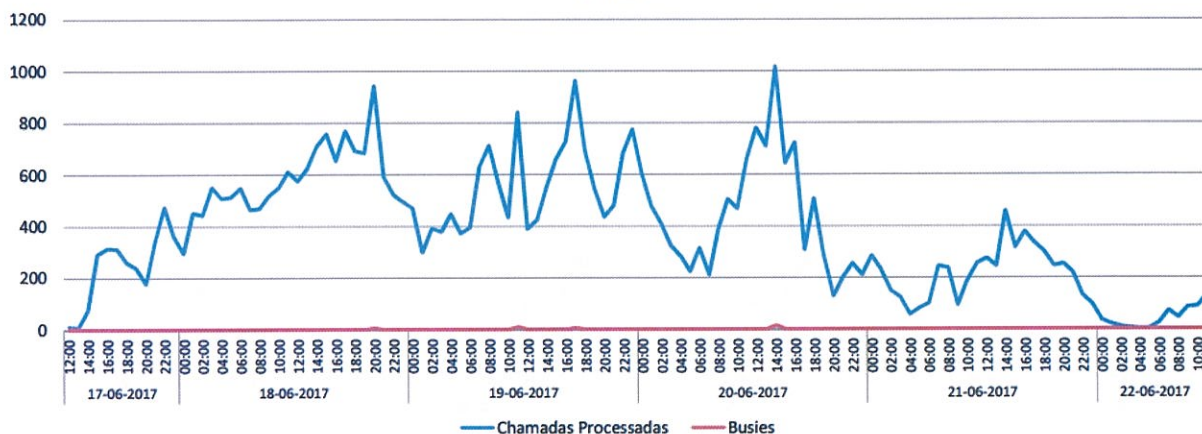




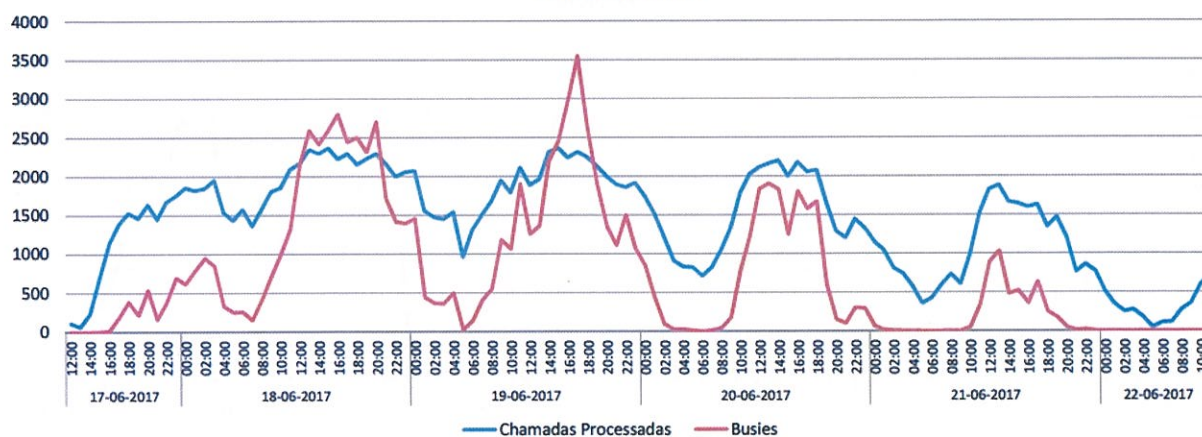




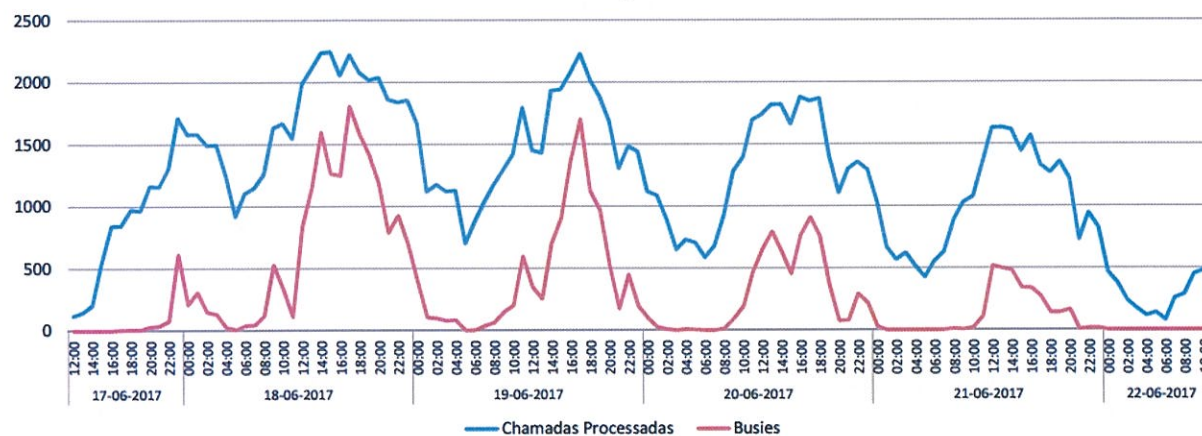
Penela

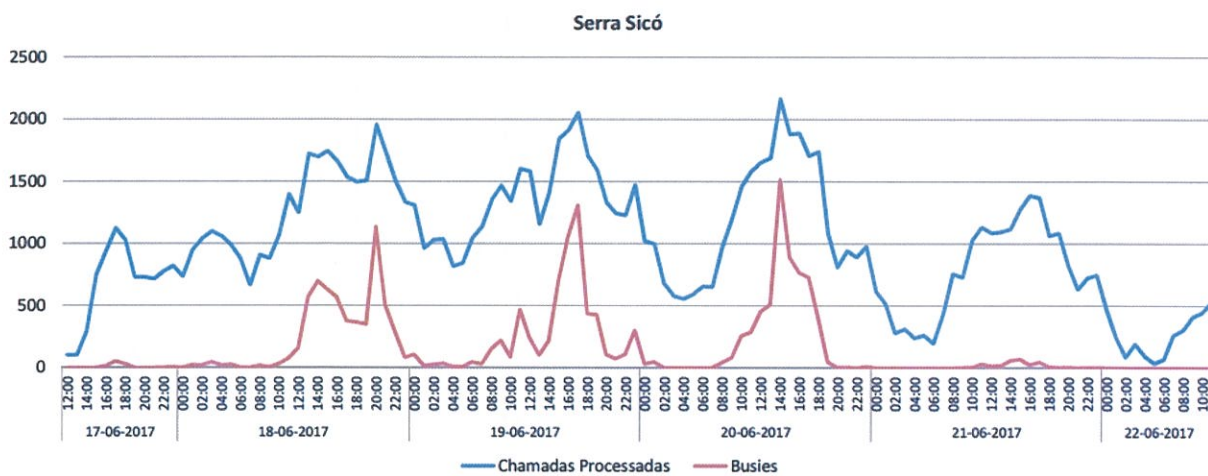
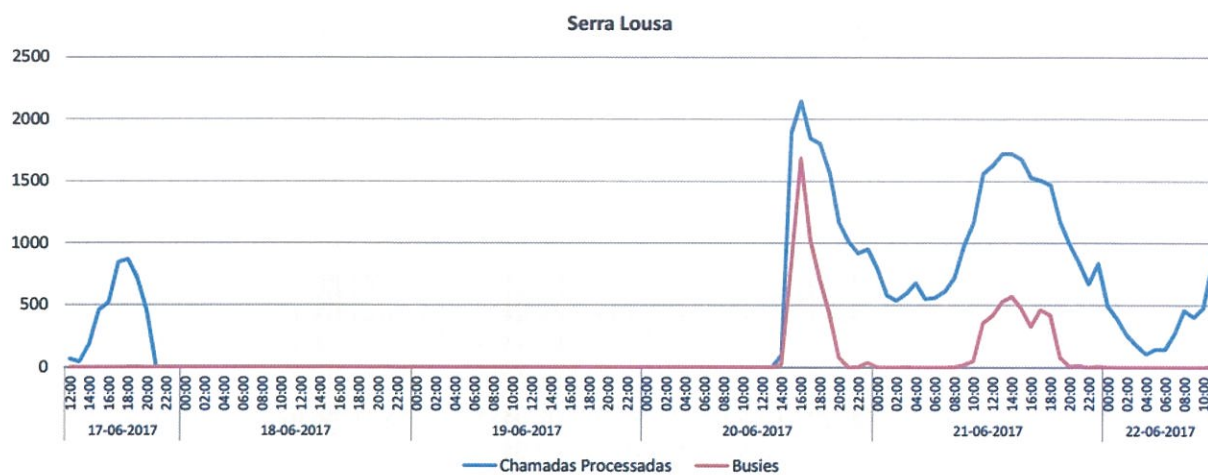


Serra Cabeço Pião



Serra Cabeço Rainha





3.5 Processamento de mensagens curtas (SDS) por Estação Base

A tabela seguinte representa o número de mensagens curtas (SDS) por estação para os três períodos considerados anteriormente (P1, P2 e P3).

Estação Base	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	SDS	SDS	SDS	SDS /hora		
Alvaiazere	382	7045	40853	76,4	503,2	340,4
Cernache	346	5010	29970	69,2	357,9	249,8
Serra Cabeço da Rainha	1544	9584	53116	308,8	684,6	442,6
Figueiro dos Vinhos	475	2159	21895	95,0	154,2	182,5
Pedrogão	969	186	22097	193,8	13,3	184,1
Oleiros	1042	6808	47971	208,4	486,3	399,8
Estreito	540	2802	10764	108,0	200,1	89,7
Serra Sico	882	7661	51809	176,4	547,2	431,7
Serra Cabeço Piao	1915	15545	84012	383,0	1110,4	700,1
Orvalho	187	3816	12792	37,4	272,6	106,6
Penela	184	2938	16498	36,8	209,9	137,5
Pampilhosa	126	19	6666	25,2	1,4	55,6
Malhadas	1006	141	20018	201,2	10,1	166,8
Serra Lousa	707	93	16008	141,4	6,6	133,4
Lousã	154	638	5041	30,8	45,6	42,0
Gois	228	746	9631	45,6	53,3	80,3
TOTAL	10687	65191	449141			
Média				133,6	291,0	233,9

As mensagens curtas (SDS) na tecnologia TETRA são equivalentes às mensagens SMS, as quais são utilizadas maioritariamente para o serviço de geolocalização (designado SIRESP-GL) dos terminais da Rede SIRESP.

As Estações Base em modo local (LST) não processam mensagens curtas.

De referir que no período P2 se registou uma média horária mais de duas vezes superior à do período P1, apesar da existência de Estações Base em modo local (LST).

4. Evidência de chamadas realizadas no período crítico de dia 17

A título ilustrativo, no dia 17 de Junho, entre um terminal do MAI com o nº 1xxxxx8 e dois interlocutores no terreno, com os terminais nº 6xxxxx1 e nº 6xxxxx7, foram realizadas entre as 21:19:06.1 e as 22:34:14.6 um total 76 registos de comunicações, envolvendo cinco Estações Base, conforme quadro do Anexo 3.

O total de registos de comunicações efectuados pelos três terminais referidos acima até às 24 horas de dia 17 foi:

- Terminal MAI com 49 registos de comunicações entre as 21:19:06.1 e as 22:34:14.6
- Terminal nº 6xxxxx1 com 68 registos de comunicações entre as 20:13:41.5 e as 23:47:05.3
- Terminal nº 6xxxxx7 com 128 registos de comunicações entre as 19:25:11.9 e as 23:58:52.6

5. Conclusões e recomendações

A informação apresentada anteriormente permite concluir que não houve interrupção no funcionamento da rede SIRESP, nem houve nenhuma Estação Base que tenha ficado fora de serviço em consequência do incêndio.

Das 16 Estações Base que cobrem a zona do incêndio verificou-se que 5 destas entraram em modo local (LST – Local Site Trunking), em virtude da destruição pelo incêndio, dos cabos de fibra óptica e outros da rede de telecomunicações que asseguram contratualmente a interligação ao resto da Rede.

Uma característica fundamental de uma rede de comunicações utilizando a tecnologia TETRA, que a distingue de outras redes, é o facto de no caso de uma Estação Base perder a interligação com as restantes poder assegurar as comunicações em modo local nos terminais que estão na sua área de cobertura e mesmo no caso de falha total da Estação Base permitir que terminais próximos comuniquem entre si em modo directo (walkie-talkie) e mesmo em situações extremas como a que se verificou em Pedrógão Grande, fica demonstrado que a Rede SIRESP funcionou de acordo com a arquitectura que foi desenhada para esta Rede.

Não houve estações fora de serviço por falha de energia eléctrica.

Realizaram-se:

- Mais de cem mil chamadas processadas no período crítico, das 19:00, de dia 17, às 9:00, de dia 18, através de 1092 terminais;
- Mais de um milhão e cem mil chamadas processadas em cinco dias contados desde o início do incêndio, através de 3301 terminais.

Estes números demonstram que o desempenho da rede SIRESP correspondeu e esteve à altura da complexidade do teatro das operações, assegurando as comunicações e a interoperabilidade das forças de emergência e segurança.

O número médio horário de chamadas processadas nas 16 Estações Base nos períodos:

- das 14:00 às 19:00 de dia 17 (antes da entrada de 5 estações em LST) foi de 7877, e
- das 19:00 de dia 17 às 9:00 de dia 18 (com 5 estações em LST) foi de 8233,

Estes números confirmam que, apesar da entrada em modo local (LST) de 5 estações, o número médio de chamadas aumentou.

Verificou-se que a Rede SIRESP funcionou de acordo com a arquitectura que foi desenhada para esta Rede, tendo entrado 5 estações em modo local, tal como previsto pela tecnologia TETRA, e posteriormente a entrada em serviço de uma das Estações Móveis assegurou o funcionamento da Rede até à reposição da infra-estrutura de telecomunicações.

A rápida intervenção dos meios no terreno, face às condições no local, permitiu a reposição integral do funcionamento do serviço em cerca de 72 horas.

Registaram-se situações de saturação na Rede, embora, durante o dia 17, primeiro dia do incêndio, estas não tenham sido significativas, particularmente até às 23:00. A saturação da Rede não foi originada por nenhuma falha da Rede, mas foi originada por uma procura de tráfego superior à capacidade disponível. O número excessivo de grupos de comunicações (talk-groups) envolvidos nas operações, que foi de 572, também poderá ter contribuído para a ocorrência de situações de saturação.

Face às conclusões anteriormente apresentadas e no seguimento de relatórios de ocorrências anteriores, nomeadamente o "*Relatório de Desempenho da Rede SIRESP - Verão de 2016 - Principais Incêndios no Continente - 1 de Agosto a 30 de Setembro de 2016*", de 24/10/2016, reiteramos as seguintes recomendações:

Em concreto, é necessário proceder ao reforço da Rede SIRESP, através das seguintes iniciativas:

a) Circuitos de transmissão

Dever-se-á avaliar a relação custo benefício de instalar transmissão redundante – tipicamente, através de feixes hertzianos - em algumas Estações Base consideradas estratégicas.

b) Saturação da rede

Sendo necessário evitar que o crescimento do número de utilizadores se traduza em degradação da qualidade de serviço, são apresentadas diversas recomendações no sentido de melhorar os

procedimentos de comunicação, e para as quais é necessário sensibilizar as entidades utilizadoras:

- Em situações de emergência, com grande concentração de utilizadores, é indispensável reduzir o número de Grupos de Conversação (talkgroups) em operação;
- Utilizar algumas das funcionalidades características da rede TETRA para optimização dos seus recursos (atribuição de prioridades, definição de talkgroups críticos, uso de listas de scanning, storm plans, etc.);
- Evitar efectuar chamadas privadas em situações de emergência;
- Assegurar a disciplina nas comunicações, destacando-se a utilização de chamadas curtas e objectivas e a utilização da Rede apenas em caso justificado.

Avaliar a ampliação da capacidade de algumas Estações Base consideradas críticas.

c) Estações Móveis

Recomenda-se que as Estações Móveis passem a estar sob gestão da Entidade Operadora, uma vez que fica provado que o modelo actualmente em vigor não permite uma resposta rápida perante situações extremas.

Além disso, sugere-se uma maior utilização das Estações Móveis nestas situações críticas e uma melhor gestão da sua localização. Em concreto, recomenda-se a pré-deslocação de uma estação para o norte do país e de outra para o sul, antes do período de incêndios.

Adquirir mais Estações Móveis para assegurar a resolução de situações de contingência.

d) Energia eléctrica

Assegurar a utilização de geradores nas estações mais críticas e a constituir uma reserva de geradores para serem mobilizados em situações de contingência.

ANEXO 1

Lista de terminais que efectuaram chamadas utilizando as 16 Estações Base no período P2

1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX7;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX8;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX8;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX8;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX4;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX8;1XXXXX4;2XXXXX3;2XXXXX4;2XXXXX1;2XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX6;2XXXXX0;2XXXXX6;2XXXXX0;2XXXXX0;2XXXXX4;2XXXXX9;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX4;2XXXXX5;2XXXXX9;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX8;2XXXXX5;2XXXXX4;2XXXXX1;2XXXXX6;2XXXXX9;2XXXXX9;2XXXXX4;2XXXXX3;2XXXXX5;2XXXXX9;2XXXXX8;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX5;2XXXXX1;2XXXXX3;2XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX3;5XXXXX

XX4;5XXXXX4;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX9
;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX8;5X
XXXXX0;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXX
X6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX8;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX9;
5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX7;5XX
XXX3;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXX
4;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5
XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX7;5XXX
XX9;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX1
;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX2;5X
XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXX
X1;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX0;
5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX7;5XX
XXX9;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXX
6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5
XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXX
XX9;5XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0
;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX1;5X
XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXX
X0;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX2;
5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XX
XXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXX
0;5XXXXX1;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX1;5
XXXXX0;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXX
XX8;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX3;5XXXXX3
;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5X
XXXX2;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXX
X1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX5;5XXXXX4;5XXXXX3;
5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX8;6XXXXX2;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX1;6XX
XXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXX
8;6XXXXX9;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX7;6
XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXX
XX3;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX8
;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX4;6X



XXXX9;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX
X2;6XXXX3;6XXXX6;6XXXX2;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX4;
6XXXX8;6XXXX5;6XXXX8;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX9;6XXXX3;6XX
XX7;6XXXX6;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX1;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX
4;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX6;6XXXX4;6XXXX5;6XXXX7;6XXXX7;6XXXX5;6XXXX7;6XXXX0;6
XXXX2;6XXXX4;6XXXX8;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX1;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX1;6XXXX9;6XXX
XX1;6XXXX0;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX0;6XXXX7;6XXXX2;6XXXX2;6XXXX2;6XXXX3
;6XXXX4;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX8;6XXXX5;6XXXX7;6X
XXXX9;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX8;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX
X2;6XXXX4;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX6;6XXXX7;
6XXXX9;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX3;6XXXX7;6XXXX3;6XXXX7;6XXXX0;6XX
XX3;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX8;6XXXX2;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX4;6XXXX0;6XXXX
1;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX9;6XXXX2;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX0;6XXXX7;6XXXX9;6XXXX0;6
XXXX1;6XXXX2;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX7;6XXX
XX8;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX3;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX6
;6XXXX7;6XXXX4;6XXXX1;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX9;6XXXX0;6X
XXXX6;6XXXX1;6XXXX4;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX
X8;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX4;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX5;
6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX0;6XX
XX1;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX0;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX
7;6XXXX1;6XXXX5;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX1;6XXXX4;6XXXX2;6XXXX8;6XXXX1;6XXXX2;6
XXXX3;6XXXX4;6XXXX4;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXX
XX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX2;6XXXX0;6XXXX7;6XXXX9;6XXXX1;6XXXX1;6XXXX0
;6XXXX1;6XXXX4;6XXXX2;6XXXX8;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX4;6XXXX3;6XXXX0;6XXXX6;6X
XXXX7;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX
X2;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;
6XXXX4;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX9;6XXXX1;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX6;6XX
XX8;6XXXX9;6XXXX1;6XXXX3;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX2;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX
9;6XXXX0;6XXXX3;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6
XXXX6;6XXXX7;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX5;6XXXX6;6XXXX8;6XXXX9;6XXX
XX0;6XXXX1;6XXXX4;6XXXX6;6XXXX0;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX0;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX9
;6XXXX0;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX6;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6X
XXXX3;6XXXX5;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX2;6XXXX3;6XXXX4;6XXXX
X0;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX0;6XXXX1;6XXXX4;6XXXX5;6XXXX7;6XXXX8;6XXXX9;6XXXX0;

6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XX
XXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX
1;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXXXX0;6
XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXX
XX7;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXXX0
;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX3;6XXXXX0;6X
XXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXX
X5;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX7;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX1;
6XXXXX2;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX5;6XXXXX3;6XXXXX2;6XX
XXX4;7XXXXX7;7XXXXX1;

ANEXO 2

Lista de terminais que efectuaram chamadas utilizando as 16 Estações Base no período P3

1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX4;1XXXXX8;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX4;1XXXXX3;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX9;1XXXXX7;1XXXXX7;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX7;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX1;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX8;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX7;1XXXXX5;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX8;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX5;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXX

XX6;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX8;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX6
;1XXXXX3;1XXXXX2;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX6;1X
XXXX2;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX8;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX6;1XXXX
X8;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX7;
1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XX
XXX7;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX2;1XXXXX
7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX7;1
XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXX
XX8;1XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX6
;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX4;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX4;1X
XXXX6;1XXXXX9;1XXXXX9;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXX
X2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX3;1XXXXX7;1XXXXX1;
1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX6;1XXXXX9;1XX
XXX0;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX3;1XXXXX0;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX6;1XXXXX
7;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX1;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX0;1
XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXX
XX1;1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX7
;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX4;1XXXXX3;1XXXXX8;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX2;1X
XXXX3;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXX
X8;1XXXXX8;1XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX0;
1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX1;1XX
XXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX7;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX
4;1XXXXX8;1XXXXX1;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX0;1
XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX8;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXX
XX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX9;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1
;1XXXXX9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX8;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX2;1X
XXXX7;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX8;1XXXX
X9;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX0;
1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX0;1XX
XXX2;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX3;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX3;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX
2;2XXXXX4;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX4;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX3;2XXXXX4;2XXXXX0;2XXXXX0;2
XXXXX3;2XXXXX8;2XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXX
XX6;2XXXXX1;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX6;2XXXXX0;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX2;2XXXXX6
;2XXXXX0;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX4;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX1;2XXXXX6;2X

XXXX1;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX1;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX4;2XXXXX9;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX4;2XXXXX5;2XXXXX6;2XXXXX7;2XXXXX8;2XXXXX9;2XXXXX4;2XXXXX9;2XXXXX1;2XXXXX4;2XXXXX2;2XXXXX6;2XXXXX7;2XXXXX9;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX8;2XXXXX9;2XXXXX3;2XXXXX6;2XXXXX5;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX4;2XXXXX5;2XXXXX8;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX4;2XXXXX6;2XXXXX9;2XXXXX1;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX5;2XXXXX6;2XXXXX7;2XXXXX8;2XXXXX9;2XXXXX3;2XXXXX4;2XXXXX5;2XXXXX7;2XXXXX0;2XXXXX8;2XXXXX0;2XXXXX4;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX5;2XXXXX0;2XXXXX7;2XXXXX9;2XXXXX1;2XXXXX3;2XXXXX7;2XXXXX0;2XXXXX7;2XXXXX3;2XXXXX1;2XXXXX5;2XXXXX8;2XXXXX1;2XXXXX8;2XXXXX5;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX7;2XXXXX9;2XXXXX6;2XXXXX6;2XXXXX8;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX9;2XXXXX6;2XXXXX8;2XXXXX0;2XXXXX9;2XXXXX5;2XXXXX6;2XXXXX7;2XXXXX9;2XXXXX0;2XXXXX4;2XXXXX0;2XXXXX0;2XXXXX2;2XXXXX1;2XXXXX5;2XXXXX1;2XXXXX1;2XXXXX3;2XXXXX7;2XXXXX7;2XXXXX1;2XXXXX5;2XXXXX0;2XXXXX1;2XXXXX3;2XXXXX8;2XXXXX9;2XXXXX2;2XXXXX3;2XXXXX3;2XXXXX9;2XXXXX0;2XXXXX6;3XXXXX3;3XXXXX5;3XXXXX8;3XXXXX3;3XXXXX7;3XXXXX8;3XXXXX0;3XXXXX3;3XXXXX4;3XXXXX0;3XXXXX3;3XXXXX6;3XXXXX2;3XXXXX7;3XXXXX3;3XXXXX3;3XXXXX4;3XXXXX9;3XXXXX0;3XXXXX1;3XXXXX1;3XXXXX4;3XXXXX8;3XXXXX7;3XXXXX7;3XXXXX0;3XXXXX9;3XXXXX7;3XXXXX0;3XXXXX1;3XXXXX0;3XXXXX1;3XXXXX4;3XXXXX3;3XXXXX6;3XXXXX7;3XXXXX1;3XXXXX7;3XXXXX9;3XXXXX6;3XXXXX7;3XXXXX0;3XXXXX0;3XXXXX7;3XXXXX6;3XXXXX0;3XXXXX6;3XXXXX3;3XXXXX8;3XXXXX1;3XXXXX5;3XXXXX8;3XXXXX5;3XXXXX6;3XXXXX7;3XXXXX0;3XXXXX8;3XXXXX0;3XXXXX7;3XXXXX7;4XXXXX5;4XXXXX7;4XXXXX6;4XXXXX8;4XXXXX8;4XXXXX1;4XXXXX7;4XXXXX9;4XXXXX3;4XXXXX7;4XXXXX2;4XXXXX7;4XXXXX8;4XXXXX8;4XXXXX3;4XXXXX7;4XXXXX8;4XXXXX2;4XXXXX7;4XXXXX8;4XXXXX0;4XXXXX1;4XXXXX0;4XXXXX1;4XXXXX2;4XXXXX1;4XXXXX5;4XXXXX6;4XXXXX4;4XXXXX7;4XXXXX1;4XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX8;



5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XX
 XXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX9;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXX
 6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX5;5XXXXX4;5
 XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXX
 XX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2
 ;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX1;5X
 XXXX3;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXX
 X7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX8;
 5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XX
 XXX0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXX
 0;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5
 XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXX
 XX0;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX5
 ;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5X
 XXXX6;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXX
 X2;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;
 5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX4;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XX
 XXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXX
 2;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5
 XXXX4;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXX
 XX7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX6
 ;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX0;5XXXXX4;5X
 XXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXX
 X5;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;
 5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX0;5XX
 XXX5;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXX
 1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5
 XXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXX
 XX9;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX5
 ;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX6;5X
 XXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXX
 X2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;
 5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX0;5XX
 XXX2;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX

0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5
XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXX
XX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9
;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX2;5X
XXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXX
X0;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX1;
5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXXXX0;5XX
XXX5;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXX
0;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX0;5
XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXX
XX6;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX9
;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX2;5X
XXXX0;5XXXXX2;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX2;5XXXX
X9;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX3;
5XXXXX5;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX3;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX7;5XXXXX0;5XX
XXX0;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX
3;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX5;5XXXXX3;5
XXXXX7;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXX
XX2;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX2;5XXXXX8
;5XXXXX2;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX8;5X
XXXX9;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXX
X5;5XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX2;
5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX7;5XX
XXX0;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX
8;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX4;5
XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX5;5XXXXX4;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX8;5XXX
XX9;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX5;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX3;6XXXXX5
;6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6X
XXXX7;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXX
X1;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX9;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX7;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX1;
6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX2;6XX
XXX3;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX3;6XXXXX
1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6
XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXX

XX9;6XXXXX2;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4
;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX7;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX0;6X
XXXX8;6XXXXX4;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXX
X0;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;
6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX0;6XX
XXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXX
7;6XXXXX1;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6
XXXXX6;6XXXXX6;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXX
XX7;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX1;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX9
;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6X
XXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXX
X0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX7;
6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XX
XXX9;6XXXXX3;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX5;6XXXXX1;6XXXXX
7;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6
XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXX
XX8;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX5;6XXXXX6
;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX1;6XXXXX9;6XXXXX8;6XXXXX8;6X
XXXX0;6XXXXX1;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXX
X9;6XXXXX6;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX7;
6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX0;6XX
XXX7;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX4;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX
8;6XXXXX9;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX1;6
XXXXX8;6XXXXX6;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX2;6XXX
XX0;6XXXXX1;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX7
;6XXXXX4;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX7;6XXXXX0;6X
XXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXX
X2;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX1;
6XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XX
XXX3;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX
4;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6
XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXX
XX6;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX7
;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6X

6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XX
XXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX
0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX7;6
XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXX
XX0;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX7;6XXXXX8
;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX2;6X
XXXX2;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXXX
X5;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX7;6XXXXX0;
6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX8;6XXXXX0;6XX
XX0;6XXXXX2;6XXXXX4;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX0;6XXXXX7;6XXXXX
0;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX4;6
XXXXX0;6XXXXX5;6XXXXX8;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXX
XX8;6XXXXX0;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX2
;6XXXXX3;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX5;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX2;6XXXXX7;7X
XXXX1;7XXXXX3;7XXXXX7;7XXXXX8;7XXXXX1;7XXXXX8;7XXXXX9;7XXXXX1;7XXXXX4;7XXXXX1;7XXXX
X3;7XXXXX8;7XXXXX9;7XXXXX1;7XXXXX3;7XXXXX4;7XXXXX6;7XXXXX7;7XXXXX8;7XXXXX2;7XXXXX0;
7XXXXX1;7XXXXX5;7XXXXX7;7XXXXX0;7XXXXX2;7XXXXX3;7XXXXX2;7XXXXX3;7XXXXX7;7XXXXX1;7XX
XX6;7XXXXX9;7XXXXX0;7XXXXX4;7XXXXX6;7XXXXX5;7XXXXX0;7XXXXX3;7XXXXX7;7XXXXX4;7XXXXX
9;7XXXXX9;7XXXXX7;7XXXXX3;7XXXXX5;7XXXXX9;7XXXXX1;7XXXXX3;7XXXXX2;7XXXXX7;7XXXXX0;7
XXXXX7;7XXXXX9;7XXXXX0;7XXXXX6;7XXXXX0;7XXXXX1;7XXXXX6;7XXXXX9;7XXXXX6;7XXXXX0;7XXX
XX1;7XXXXX2;7XXXXX3;7XXXXX5;7XXXXX3;7XXXXX6;7XXXXX0;7XXXXX6;7XXXXX1;1XXXXX1;1XXXXX5
;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX0;1XXXXX1;1XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX8;1X
XXXX2;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX4;1XXXXX1;1XXXXX2;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX3;1XXXX
X6;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX8;1XXXXX9;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX8;1XXXXX0;
1XXXXX6;1XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX7;1XXXXX5;1XXXXX6;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX5;1XX
XXX5;1XXXXX7;2XXXXX4;2XXXXX1;2XXXXX2;3XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX
5;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX3;5
XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX6;5XXXXX5;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX2;5XXXXX2;5XXXXX3;5XXX
XX5;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX0
;5XXXXX3;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX1;5XXXXX2;5XXXXX1;5X
XXXX1;5XXXXX3;5XXXXX2;5XXXXX9;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXXXX4;5XXXXX7;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXX
X8;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX5;5XXXXX5;5XXXXX6;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX1;
6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX1;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX6;6XX
XX4;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX3;6XXXXX3;6XXXXX2;6XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX6;6XXXXX

6;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX3;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX4;6XXXXX4;6XXXXX9;6
XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX4;6XXXXX4;6XXXXX8;6XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXX
XX3;6XXXXX5;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX2;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX0
;6XXXXX2;6XXXXX7;6XXXXX7;6XXXXX8;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX4;6X
XXXX8;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX8;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX3;6XXXX
X1;6XXXXX9;7XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX8;1XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX3;1XXXXX0;
1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX6;2XXXXX1;2XXXXX0;2XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX8;5XX
XXX0;5XXXXX9;5XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX1;5XXXXX4;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX7;5XXXX
6;5XXXXX4;5XXXXX8;5XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX3;5XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXXX3;5
XXXXX2;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX4;5XXXXX1;5XXXXX5;6XXXXX3;6XXXXX8;6XXXXX5;6XXXXX9;6XXX
XX2;6XXXXX9;6XXXXX1;6XXXXX9;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX1;6XXXXX7;6XXXXX5;6XXXXX2;6XXXXX9
;6XXXXX2;6XXXXX7;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX3;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX0;6XXXXX9;6X
XXXX5;6XXXXX8;6XXXXX4;6XXXXX4;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXXXX0;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX2;6XXXX
X2;6XXXXX7;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX2;6XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX0;
1XXXXX7;1XXXXX1;1XXXXX4;1XXXXX5;1XXXXX9;1XXXXX4;1XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX9;1XXXXX6;1XX
XXX8;1XXXXX4;1XXXXX9;1XXXXX6;1XXXXX6;2XXXXX4;5XXXXX4;5XXXXX5;5XXXXX7;5XXXXX5;5XXXX
2;5XXXXX2;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX8;5XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX2;5XXXXX0;5
XXXXX8;5XXXXX8;5XXXXX6;5XXXXX7;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX9;6XXXXX9;6XXXXX2;6XXXXX3;6XXX
XX9;6XXXXX8;6XXXXX1;6XXXXX5;6XXXXX4;6XXXXX4;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX2;6XXXXX6
;6XXXXX7;6XXXXX0;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX2;6XXXXX6;6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX5;6X
XXXX5;7XXXXX0;1XXXXX2;1XXXXX2;1XXXXX9;1XXXXX6;1XXXXX6;1XXXXX5;1XXXXX5;1XXXXX0;1XXXX
X8;3XXXXX1;3XXXXX8;4XXXXX2;4XXXXX5;5XXXXX2;5XXXXX4;5XXXXX3;5XXXXX8;5XXXXX2;5XXXXX0;
5XXXXX5;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX6;5XXXXX9;5XXXXX6;6XXXXX5;6XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX9;6XX
XXX2;6XXXXX6;6XXXXX3;7XXXXX1;1XXXXX9;1XXXXX5;1XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX8;3XXXXX5;5XXXX
5;5XXXXX5;5XXXXX3;5XXXXX3;5XXXXX2;5XXXXX7;6XXXXX4;6XXXXX5;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX1;6
XXXXX7;6XXXXX1;6XXXXX7;1XXXXX3;1XXXXX6;1XXXXX6;1XXXXX2;3XXXXX6;5XXXXX0;5XXXXX7;5XXX
XX0;5XXXXX9;5XXXXX9;5XXXXX9;6XXXXX5;6XXXXX7;6XXXXX3;6XXXXX9;6XXXXX3;6XXXXX4;6XXXXX3
;6XXXXX6;6XXXXX7;6XXXXX6;1XXXXX9;1XXXXX2;1XXXXX0;1XXXXX7;2XXXXX4;4XXXXX4;4XXXXX8;5X
XXXX3;5XXXXX0;5XXXXX0;6XXXXX4;6XXXXX1;6XXXXX9;6XXXXX8;4XXXXX0;5XXXXX3;5XXXXX7;5XXXX
X1;5XXXXX6;6XXXXX6;6XXXXX2;6XXXXX5;6XXXXX5;1XXXXX1;1XXXXX0;1XXXXX3;1XXXXX5;4XXXXX3;
5XXXXX7;5XXXXX3;6XXXXX9;6XXXXX0;1XXXXX0;1XXXXX4;1XXXXX7;5XXXXX5;5XXXXX1;5XXXXX1;6XX
XXX8;6XXXXX9;6XXXXX1;7XXXXX1;1XXXXX9;5XXXXX4;5XXXXX0;5XXXXX0;5XXXXX3;7XXXXX2;1XXXX
3;5XXXXX5;5XXXXX0;6XXXXX3;6XXXXX9;5XXXXX9;5XXXXX8;6XXXXX7;5XXXXX0;5XXXXX5;5XXXXX5;5
XXXXX2;6XXXXX9;6XXXXX3;1XXXXX9;1XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX1;6XXXXX8;6XXXXX8;6XXXXX2;6XXX

XX0;6XXXXX1;1XXXXX6;5XXXXX6;6XXXXX8;6XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX0;1XXXXX1;5XXXXX9;1XXXXX7
;5XXXXX7;6XXXXX7;5XXXXX7;5XXXXX8;6XXXXX0;1XXXXX1;4XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX7;5XXXXX7;6X
XXXX9;6XXXXX0;6XXXXX0;1XXXXX7;1XXXXX8;5XXXXX5;1XXXXX5;5XXXXX4;6XXXXX0;6XXXXX6;1XXXX
X4;1XXXXX8;1XXXXX6;2XXXXX3;5XXXXX1;5XXXXX7;6XXXXX4;1XXXXX6;1XXXXX9;5XXXXX7;6XXXXX8;
1XXXXX1;5XXXXX8;5XXXXX8;6XXXXX8;1XXXXX6;1XXXXX7;1XXXXX6;1XXXXX6;2XXXXX0;4XXXXX5;1XX
XXX0;1XXXXX9;5XXXXX1;5XXXXX9;1XXXXX6;1XXXXX1;1XXXXX0;2XXXXX0;6XXXXX9;6XXXXX0;6XXXXX
3;1XXXXX2;5XXXXX8;5XXXXX6;6XXXXX0;6XXXXX1;6XXXXX6;6XXXXX4;5XXXXX3;6XXXXX5;1XXXXX3;5
XXXXX6;6XXXXX0;1XXXXX1;4XXXXX3;5XXXXX0;5XXXXX9;5XXXXX7;2XXXXX6;5XXXXX4;6XXXXX9;6XXX
XX2;1XXXXX2;3XXXXX1;6XXXXX8;1XXXXX1;5XXXXX1;6XXXXX0;1XXXXX4;3XXXXX0;4XXXXX9;5XXXXX1
;3XXXXX9;3XXXXX2;6XXXXX1;6XXXXX3;1XXXXX0;5XXXXX8;5XXXXX6;6XXXXX0;1XXXXX0;3XXXXX0;1X
XXXX0;1XXXXX6;3XXXXX4;1XXXXX5;5XXXXX5;6XXXXX8;5XXXXX9;5XXXXX6;6XXXXX9;7XXXXX7;6XXXX
X1;2XXXXX2;1XXXXX9;3XXXXX6;3XXXXX5;3XXXXX2;4XXXXX0;6XXXXX6;6XXXXX9;1XXXXX2;5XXXXX8;
1XXXXX6;1XXXXX6;5XXXXX3;5XXXXX5;3XXXXX9;3XXXXX0;6XXXXX7;6XXXXX7;5XXXXX5;1XXXXX5;1XX
XXX3;1XXXXX4;5XXXXX7;5XXXXX3;6XXXXX5;1XXXXX0;6XXXXX8;6XXXXX0;6XXXXX4;2XXXXX6;5XXXXX
1;5XXXXX5;6XXXXX0;6XXXXX5;3XXXXX0;5XXXXX0;7XXXXX1;6XXXXX2;1XXXXX4;1XXXXX8;3XXXXX9;3
XXXXX0;1XXXXX8;5XXXXX8;6XXXXX7;7XXXXX1;1XXXXX1;6XXXXX2;1XXXXX8;5XXXXX6;5XXXXX2;4XXX
XX8;1XXXXX3;1XXXXX4;4XXXXX0;1XXXXX2;6XXXXX2;6XXXXX0;4XXXXX0;5XXXXX3;1XXXXX1;3XXXXX5
;7XXXXX3;6XXXXX1;6XXXXX3;4XXXXX8;1XXXXX6;3XXXXX1;6XXXXX2;6XXXXX1;6XXXXX6;4XXXXX7;5X
XXXX2;3XXXXX6;

ANEXO 3

Evidência de chamadas realizadas entre um terminal do MAI e dois interlocutores localizados na Zona Industrial de Pedrógão Grande

Comunicações registadas entre as 21:19 e as 22:34 do dia 17

<i>Situação</i>	Conjunto de chamadas de um rádio do MAI para dois rádios
<i>Data/hora inicial</i>	2017-06-17 21:19:06.1
<i>Rádios</i>	1xxxxx8 (SEAI), 6xxxxx1 e 6xxxxx7
<i>Estações em LST</i>	4 estações em modo local (LST) – Pedrogão Grande (19:38), Malhadas (20:26), Pampilhosa da Serra (20:26), Serra da Lousã (20:32)

<i>Hora</i>	<i>Rádio</i>	<i>Estação Base</i>	<i>Obs.</i>
21:19:06.1	MAI	Alvaiázere	Chamada iniciada (nº 58434)
21:21:27.5	MAI	Alvaiázere	Chamada iniciada (nº 58518)
21:21:28.3	6xxxxx1	Serra Cabeço Pião	Resposta
21:22:24.7	MAI	Serra Sico	Chamada iniciada (nº 58518)
21:27:01.4	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 58677)
21:27:08.5	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:27:13.3	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
21:27:17.8	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:27:23.6	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
21:27:31.7	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:27:49.5	MAI	Serra Cabeço Pião	Chamada iniciada (nº 58698)
21:27:55.5	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:27:59.3	MAI	Serra Cabeço Pião	Resposta
21:28:14.9	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 58717)
21:28:26.1	MAI	Serra Cabeço Pião	Resposta
21:28:32.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:28:42.9	MAI	Serra Cabeço Pião	Resposta
21:29:01.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 58747)
21:29:07.1	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:29:40.4	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 58770)
21:37:38.9	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59106)
21:37:46.7	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:37:51.1	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta

<i>Hora</i>	<i>Rádio</i>	<i>Estação Base</i>	<i>Obs.</i>
21:38:23.3	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59127)
21:42:13.5	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59278)
21:42:18.0	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59280)
21:42:22.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:42:35.9	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59288)
21:42:42.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:42:56.0	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:43:14.9	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59316)
21:43:27.5	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta
21:43:34.4	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59331)
21:43:55.7	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:04:36.1	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59983)
22:04:54.3	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59988)
22:05:09.8	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 59996)
22:07:33.7	MAI	Serra Cabeço Pião	Chamada iniciada (nº 60065)
22:07:42.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60069)
22:07:46.5	MAI	Serra Cabeço Pião	Resposta
22:08:18.1	MAI	Serra Sicó	Chamada iniciada (nº 60065)
22:09:29.2	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60143)
22:09:35.5	MAI	Serra Cabeço Pião	Chamada iniciada (nº 60147)
22:09:40.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:09:47.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:09:54.0	MAI	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60161)
22:10:07.0	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:10:15.8	MAI	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:10:26.8	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:30:04.2	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 60921)
22:30:15.1	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 60931)
22:30:20.2	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:30:26.1	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 60937)
22:30:37.2	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60943)
22:30:44.1	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
22:30:56.3	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60957)
22:31:17.0	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60969)
22:31:20.5	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
22:31:22.9	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:31:31.6	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta

<i>Hora</i>	<i>Rádio</i>	<i>Estação Base</i>	<i>Obs.</i>
22:31:46.4	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 60988)
22:31:55.3	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 60992)
22:31:57.7	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:32:09.9	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 61005)
22:32:14.5	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:32:40.3	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
22:32:48.5	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:32:55.1	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 61030)
22:33:06.4	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:33:10.8	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta
22:33:26.7	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Resposta
22:33:32.8	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 61051)
22:33:42.6	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 61055)
22:33:52.3	MAI	Serra Cabeço Rainha	Chamada iniciada (nº 61062)
22:38:08.0	6xxxxx7	Figueiró dos Vinhos	Chamada iniciada (nº 61071)
22:34:14.6	MAI	Serra Cabeço Rainha	Resposta



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal



Instituto Universitário de Lisboa



IPL
Instituto Politécnico
de Leiria

Estudo do funcionamento do SIRESP – Parte I

Título	Estudo do funcionamento do SIRESP – Parte I
Autores	Ana Aguiar, António Navarro, António Rodrigues, Carlos Fernandes, Carlos Salema, José Sanguino, Nuno Borges de Carvalho, Rafael Caldeirinha
Contribuições	
Data	31 de Julho de 2017
Versão	vF
Doc. Nº	IT/Dir/01/17.04d
Distribuição	SGMAI
Sumário	O documento apresenta as primeiras conclusões da fase I do estudo contratado pelo SGMAI ao Instituto de Telecomunicações, sobre o funcionamento da Rede SIRESP em situações de acidente grave.
Palavras chave	SIRESP

www.it.pt

LISBOA
IT - IST, Torre Norte, Piso 10
Av. Rovisco Pais, 1
Lisboa 1049-001, PORTUGAL
Tel: +351 218 41 84 54
Email: it@lx.it.pt

IT - ISCTE/IUL
Av.ª das Forças Armadas
Lisboa 1649-026, PORTUGAL
Tel: +351 217 90 30 00
Email: jorge.costa@lx.it.pt

AVEIRO
IT - Campus Universitário de Santiago
Aveiro 3810-193, PORTUGAL
Tel: +351 234 37 79 00
Email: it@av.it.pt

COIMBRA
IT - Universidade de Coimbra - Polo II
Coimbra 3030-290, PORTUGAL
Tel: +351 239 79 62 36
Email: it@co.it.pt

COVILHÃ
IT - UBI, Convento Santo António
Covilhã 6201-001, PORTUGAL
Tel: +351 275 31 98 99
Email: agomes@di.ubi.pt

PORTO
IT - UP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n
Porto 4200-465, PORTUGAL
Tel: +351 225 08 14 00
Email: jbarros@fe.up.pt

LEIRIA
IT - PL, Morro do Lena - Alto do Vieiro
Leiria 2411-901, PORTUGAL

Conteúdo

1	Preâmbulo.....	4
2	Sumário executivo	6
3	Condições do estudo.....	8
4	Introdução.....	9
4.1	Enquadramento	9
4.2	A tecnologia TETRA	9
4.3	A Rede SIRESP na região de Pedrógão.....	10
5	Análise da situação presente	13
5.1	Cobertura	13
5.1.1	Localização geográfica do incêndio e das Estações Base	15
5.1.2	Análise de previsão da cobertura rádio.....	15
5.1.3	Aferição experimental do modelo de previsão de cobertura rádio.....	18
5.1.4	Cobertura das vias de comunicação.....	21
5.2	Tráfego	24
5.3	Redundâncias.....	26
5.4	Outros aspetos.....	28
5.4.1	Cadeia de comando e apoio técnico	28
5.4.2	Utilizadores do sistema	28

5.4.3	Energia	29
6	Sugestões para as deficiências encontradas	30
6.1	Cobertura	30
6.2	Tráfego	30
6.3	Redundâncias.....	31
6.3.1	Feixes Hertzianos.....	31
6.3.2	Ligações via satélite.....	35
7	Medidas preventivas.....	39
7.1	Medidas de rotina.....	39
7.2	Medidas de emergência	39
8	Processos de resposta ao desastre (disaster recovery).....	41
9	Conclusões	42
10	Sobre o IT.....	44
11	Referências	52
	Anexo 1 – Simulação da cobertura rádio	53
	Anexo 2 – Feixes Hertzianos.....	57
	Anexo 3 – Ligações via satélite	72

1 Preâmbulo

Em resposta ao despacho de S. Exa. o Ministro da Administração Interna (MAI), de 26 de Junho de 2017 e na sequência das reuniões havidas entre o Presidente da Direção do Instituto de Telecomunicações (IT) e membros do Gabinete do MAI e do Secretário de Estado da Administração Interna (SEAI), foi celebrado, em 5 de Julho de 2017, entre o Estado Português, Ministério da Administração Interna e o IT um contrato para a elaboração de um estudo sobre o funcionamento do SIRESP em geral e em situações de acidente grave ou de catástrofe em particular, identificado, do ponto de vista técnico, eventuais constrangimentos, propondo possíveis medidas que possam garantir que a Rede SIRESP responda às necessidades para a qual foi criada, em linha com as melhores práticas.

Este contrato compreende as seguintes partes e especificações

Parte I - Análise de desempenho da Rede SIRESP nas situações de acidente grave ou de catástrofe, tomando como referência o incêndio de Pedrogão Grande (17-22 de junho 2017).

a. Averiguação de eventuais lacunas da Rede SIRESP:

- i. De cobertura;
- ii. De capacidade da tecnologia;
- iii. Da infraestrutura de Rede;
- iv. Dos sistemas redundantes;
- v. Outras.

b. No caso de ocorrência dessas lacunas, como poderiam ter sido mitigadas ao nível de:

- i. Prevenção (planeamento e arquitetura de rede);
- ii. Processos de resposta ao desastre (“Disaster Decovery”)

Parte II - Avaliação do funcionamento geral da Rede SIRESP:

- a. Identificação dos seus pontos fortes e fracos, principais oportunidades e ameaças;
- b. Avaliação da complementaridade da Rede SIRESP com sistemas alternativos atualmente existentes (ROB, REPC ou Redes móveis convencionais);
- c. Criação de um plano de ação, aos níveis de Prevenção e Disaster Recovery, composto por medidas que, quando articuladas entre si, garantam que a Rede SIRESP é mais resiliente e responde eficazmente às necessidades que lhe são exigidas, assegurando que, mesmo em eventual caso de falha de qualquer tipo ou/e grande abrangência territorial, existe um plano de contingência para suprir eventuais problemas nas comunicações.

A avaliação da Rede SIRESP deverá ser feita a várias dimensões que, não se limitando, podem incluir as seguintes:

- Cobertura de Portugal continental (a partir da cartografia digital acessível, excluindo o efeito de edificações);
- Mecanismos de redundância; Capacidade de tráfego;
- Funcionalidade: tecnologia utilizada vs. outras tecnologias ou upgrade tecnológico.

Este relatório corresponde à Parte I do estudo solicitado.

2 Sumário executivo

O presente estudo foi desenvolvido na sequência do contrato assinado entre o Estado, representado pela Secretaria Geral do Ministério da Administração Interna (SGMAI), e o Instituto de Telecomunicações (IT). Trata-se da primeira fase do estudo, para avaliar o funcionamento da Rede SIRESP em situações de acidente grave ou catástrofe.

A análise foi condicionada pela dificuldade em obter das entidades externas relacionadas com o SIRESP, toda a informação necessária para emitir conclusões fundamentadas dentro do prazo. Apesar deste condicionalismo, o IT optou por respeitar o seu prazo contratual e apresentar as conclusões possíveis da primeira fase com os dados disponíveis.

A análise centrou-se em quatro vertentes da Rede SIRESP, no cenário do incêndio de Pedrógão Grande: cobertura rádio, capacidade do sistema, redundâncias e aspetos relacionados com a utilização do sistema em situação de desastre e falhas da Rede.

A cobertura da região de Pedrógão Grande foi analisada com base em medidas nas vias de comunicações fornecidas pela SIRESP, SA, aferidas por medidas realizadas no local pelo IT e por resultados de simulação de cobertura rádio realizadas pelo IT. Os resultados mostraram uma concordância razoável com os valores de referência estabelecidos no contrato SIRESP, mas o IT considera esses valores de referência otimistas. A utilização de valores de referência mais realistas conduz à identificação de regiões onde a probabilidade de falha de cobertura não pode ser desprezada.

No que respeita à capacidade de tráfego na região, os dados recebidos até ao presente não permitem concluir com rigor quais os fatores que determinaram a sobrecarga da Rede, mesmo depois de repostas todas as estações base em funcionamento normal. Este assunto

será retomado na segunda fase do estudo. No entanto, o dimensionamento do sistema com base apenas na densidade populacional poderá não entrar em conta com o critério de risco agravado em determinadas regiões rurais. Como medida imediata para aliviar a deficiência encontrada neste ponto e no anterior, o IT sugere a aquisição de mais estações base móveis (em número a propor na segunda fase do estudo) para reforço pontual em caso de acidentes graves. Estas estações deverão ser preposicionadas em zonas estratégicas do País, em função dos fatores de risco meteorológico.

No aspeto das redundâncias, identificou-se uma falha grave nas ligações das estações base ao comutador de Coimbra em cabo aéreo num cenário com elevada probabilidade de destruição sistemática em caso de incêndios florestais. A falha, embora permita manter algum nível de serviço na região coberta pela estação base, origina uma redução importante, e em geral com duração superior a 24h, das funcionalidades que se esperam de um sistema TETRA. O IT propõe e apresenta o pré-dimensionamento de uma solução de redundância por feixe Hertziano que pode ser implementada no curto-prazo.

Finalmente, no que respeita aos utilizadores da Rede SIRESP, concluiu-se a partir de uma pequena amostragem, que existe uma diversidade de nível de conhecimento do sistema e das funcionalidades dos terminais, sobretudo em situações de falha da rede que não lhes permite tirar partido das características específicas do sistema.

As conclusões definitivas da primeira fase deste estudo, e a análise do funcionamento geral da rede SIRESP serão apresentados no final da segunda fase.

3 Condições do estudo

Para a realização do estudo, o IIT solicitou à Secretaria Geral do MAI (SGMAI) informação sobre o Caderno de Encargos original [1], os sucessivos contratos de fornecimento, instalação e operação da Rede SIRESP [2], descrição atual do sistema incluindo informação detalhada sobre a rede de ligações das estações base aos comutadores e qualidade de serviço contratada. Foram pedidos também os protocolos de teste e manutenção bem como os registos e caracterização das chamadas durante o incêndio na região de Pedrógão. O IT entendeu que, durante a primeira fase do estudo, toda a informação sobre a caracterização da Rede SIRESP deveria ser obtida apenas através do SGMAI.

O IT recebeu em tempo útil a maior parte da informação solicitada ao SGMAI, mas até à presente data não foi recebida informação crucial sobre a rede de ligação das estações base aos comutadores. Não foi também possível esclarecer até ao momento detalhes importantes sobre o relatório de desempenho elaborado pela SIRESP, SA. Alguns esclarecimentos sobre os equipamentos da Motorola, solicitados ao fabricante, foram recebidos apenas no dia 29-Jul-2017 e ainda carecem de alguma clarificação. Foi pedida à ANACOM uma campanha de medidas do nível de sinal num percurso efetuado pelo IT na zona de Pedrógão, para efeitos de comparação. Os resultados serão incluídos na segunda parte do estudo.

Estas limitações na interação com intervenientes externos ao IT são em parte consequência do prazo muito curto (25 dias) disponível para a realização da primeira parte deste estudo. Apesar destas limitações que condicionam o estudo, o IT optou por respeitar o prazo contratual, para não atrasar a apresentação de conclusões preliminares.

O IT conduziu também entrevistas a comandantes de entidades que utilizam a Rede SIRESP bem como outros utilizadores do sistema, para poder conhecer diretamente a sua experiência de utilização.

4 Introdução

4.1 Enquadramento

Na tarde de 17 de junho de 2017 deflagrou um grave incêndio na região de Pedrógão que só ficou extinto em 22 de junho, com a perda de dezenas de vidas, de numerosas habitações, de algumas empresas além de uma enorme extensão florestal. Durante o combate a este incêndio verificaram-se perturbações graves no funcionamento da Rede SIRESP que se analisam neste estudo.

4.2 A tecnologia TETRA

A tecnologia utilizada no segmento de rádio da Rede SIRESP é a tecnologia TETRA, também adotada para redes deste tipo em muitos outros países europeus (Alemanha, Áustria, Bélgica, Croácia, Finlândia, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Luxemburgo, Noruega, Roménia, Suécia e Reino Unido, entre outros). Esta tecnologia está normalizada pela European Telecommunications Standards Institute (ETSI) [3], [4] e é fornecida por vários fabricantes.

A tecnologia TETRA utiliza frequências inferiores às de outras redes celulares (GSM, UMTS, ...) o que lhe confere alguma vantagem em termos de atenuação da propagação rádio.

Embora sendo uma tecnologia rádio celular, a tecnologia TETRA é diferente e incompatível com a tecnologia habitualmente usada em redes móveis celulares públicas (GSM, UMTS, ...). Trata-se de uma rede projetada para oferecer num único terminal um conjunto de funcionalidades especialmente úteis para comunicações de emergência: entre outras, chamadas de grupo, chamadas prioritárias, extensão da cobertura usando terminais de viatura devidamente equipados, chamadas diretas entre terminais sem intervenção da

estação base, rechamada automática quando em espera, e um mais rápido estabelecimento da chamada. Nesta rede é ainda possível a partir de um terminal móvel autorizado aceder à rede pública, através de uma estação base.

Estas e outras funcionalidades são exigências típicas de redes de segurança e emergência e não existem em redes públicas comerciais.

A tecnologia TETRA é mais moderna e semelhante à TETRAPOL [5], cuja difusão na Europa é sensivelmente menor.

4.3 A Rede SIRESP na região de Pedrógão

O Sistema Integrado das Redes de Segurança e Emergência de Portugal (SIRESP) é um sistema de comunicações privado de emergência que cobre o território nacional.

A Rede SIRESP resulta de um concurso público, realizado em 2003, ao qual se apresentou uma única proposta. O caderno de encargos impõe que a arquitetura da rede garanta redundância, nomeadamente entre os comutadores e as estações base e especifica critérios de cobertura, capacidade de tráfego, qualidade de serviço e disponibilidade. Depois de negociações foi assinado o contrato de fornecimento e montagem da rede em 4 de julho de 2006, adiante designado por “Contrato”.

A Rede SIRESP suporta-se numa rede rádio móvel que assegura a ligação aos terminais móveis, e numa rede fixa. A rede radio móvel, utiliza a tecnologia TETRA (conforme à Norma ETSI [3]) e é constituída por cerca de 550 estações base e cerca de 30 000 terminais móveis (uns portáteis e outros para instalação em viatura). As estações base estão ligadas a comutadores, sendo estes interligados, em anel, pela espinha dorsal da rede fixa da TMN/MEO. A rede, no continente, tem 4 comutadores localizados em Lisboa, Porto, Coimbra e Faro, 52 salas de despacho e 2 estações móveis, destinadas a substituição de estações base, reforço de cobertura, ou aumento (local) da capacidade de tráfego.

Na região de Pedrógão, objeto da Parte I do estudo, existem 16 estações base, ligadas ao comutador de Coimbra, por cabo de fibra ótica, suportado em postes de madeira. O comutador de Coimbra liga-se à espinha dorsal da rede fixa da TMN/MEO.

O alcance máximo de uma estação base está limitado pelo próprio sistema a 58 km (na versão TETRA *release* 1) mas o alcance prático depende muito da orografia sendo tipicamente da ordem de 10-15 km. Terreno muito acidentado ou a interposição de labaredas (plasma) poderão diminuir fortemente o alcance típico. A localização das estações base e a orografia da região em estudo levam a que uma fração significativa da área possa ser servida por mais do que uma estação base. Na Tabela 1 indicam-se a designação, localização e número de portadoras das estações base na região de Pedrógão. Na Figura 1 apresenta-se um mapa com a localização destas estações.

Tabela 1 - Designação, localização e número de portadoras das estações base na região de Pedrógão.

Local	Coordenadas Geográficas (WGS 84, DMS)		Altura da Estação Base		Potência Emitida PAR (W)	Ligação	
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Altura ao solo (m)		Descend. fc (MHz)	Ascend. fc (MHz)
Estreito - CMO CB	39°N57'10"	07°W46'08"	826	30	49,4	390,1625	380,1625
Gois - TMN CO	40°N09'27"	08°W07'59"	542	30	28,2	390,1625	380,1625
Pampilhosa Serra - TMN CO	40°N03'08"	07°W57'01"	518	30	28,2	390,1875	380,1875
Penela - TMN CO	40°N02'13"	08°W24'32"	345	30	28,2	390,2375	380,2375
Pampilhosa Serra - TMN CO	40°N03'08"	07°W57'01"	518	30	28,2	390,3375	380,3375
Lousã - CML CO	40°N08'40"	08°W14'34"	195	30	28,2	390,5375	380,5375
Lousã - CML CO	40°N08'40"	08°W14'34"	195	30	28,2	390,5875	380,5875
Orvalho - JFO CB	40°N01'38"	07°W48'09"	565	30	49,4	390,6125	380,6125
Cernache BomJardim - GNR CB	39°N48'43"	08°W11'09"	381	30	49,4	390,6625	380,6625
Serra Cabeço Rainha ANPC CB	39°N50'45"	07°W55'43"	1004	30	49,4	390,7375	380,7375
Serra Cabeço Rainha ANPC CB	39°N50'45"	07°W55'43"	1004	30	49,4	390,8875	380,8875
Oleiros - TMN CB	39°N56'35"	07°W56'53"	963	30	49,4	391,0875	381,0875
Gois - TMN CO	40°N09'27"	08°W07'59"	542	30	28,2	391,1375	381,1375
Serra Cabeço Piao - GNR LR	40°N02'26"	08°W12'51"	1004	30	28,2	391,1875	381,1875
Cernache BomJardim - GNR CB	39°N48'43"	08°W11'09"	381	30	49,4	391,2375	381,2375
Sico - GNR LR	39°N55'15"	08°W32'27"	544	30	28,2	391,2875	381,2875
Serra Cabeço Piao - GNR LR	40°N02'26"	08°W12'51"	1004	30	28,2	391,3375	381,3375
Pedrogao Grande - GNR LR	39°N54'47"	08°W08'54"	379	30	28,2	391,4125	381,4125
Fig. Vinhos - GNR LR	39°N54'01"	08°W16'24"	434	30	28,2	391,4375	381,4375
Pedrogao Grande - GNR LR	39°N54'47"	08°W08'54"	379	30	28,2	391,5625	381,5625
Oleiros - TMN CB	39°N56'35"	07°W56'53"	963	30	49,4	391,6375	381,6375
Trevim - PJ CO	40°N05'22"	08°W10'48"	1194	30	28,2	391,6875	381,6875
Trevim - PJ CO	40°N05'22"	08°W10'48"	1194	30	28,2	391,7875	381,7875
Mestras/ Malhadas - SIRESP CO	40°N05'11"	08°W04'10"	929	30	28,2	391,8625	381,8625
Fig. Vinhos - GNR LR	39°N54'01"	08°W16'24"	390	30	28,2	391,9125	381,9125
Sico - GNR LR	39°N55'15"	08°W32'27"	544	30	28,2	391,9875	381,9875
Penela - TMN CO	40°N02'13"	08°W24'32"	345	30	28,2	392,0875	382,0875
Estreito - CMO CB	39°N57'10"	07°W46'08"	826	30	49,4	392,1125	382,1125
Alvaiázere - TMN LR	39°N49'41"	08°W24'40"	608	30	28,2	392,3125	382,3125
Alvaiázere - TMN LR	39°N49'41"	08°W24'40"	608	30	28,2	392,3875	382,3875
Orvalho - JFO CB	40°N01'38"	07°W48'09"	565	30	49,4	392,5125	382,5125
Mestras / Malhadas - SIRESP CO	40°N05'11"	08°W04'10"	929	30	28,2	392,8625	382,8625

Em funcionamento normal os equipamentos móveis podem comunicar, independentemente da sua localização, isto é, independentemente da estação base que assegura a ligação. Em modo local (LST), que acontece quando a estação base deixa de ter a ligação ao comutador,

os equipamentos móveis só podem comunicar com outros equipamentos móveis servidos pela mesma estação base (em modo “trunking”, TMO) e com qualquer outro terminal móvel ao seu alcance (mais curto), mesmo que não esteja ligado à mesma estação base (modo “direto”). Utilizadores do mesmo grupo de conversação ligados a estações base diferentes em LST não poderão comunicar entre si em modo “trunking”. O modo LST não permite por exemplo a difusão de chamadas originadas nos níveis mais altos do comando localizados noutras estações base.

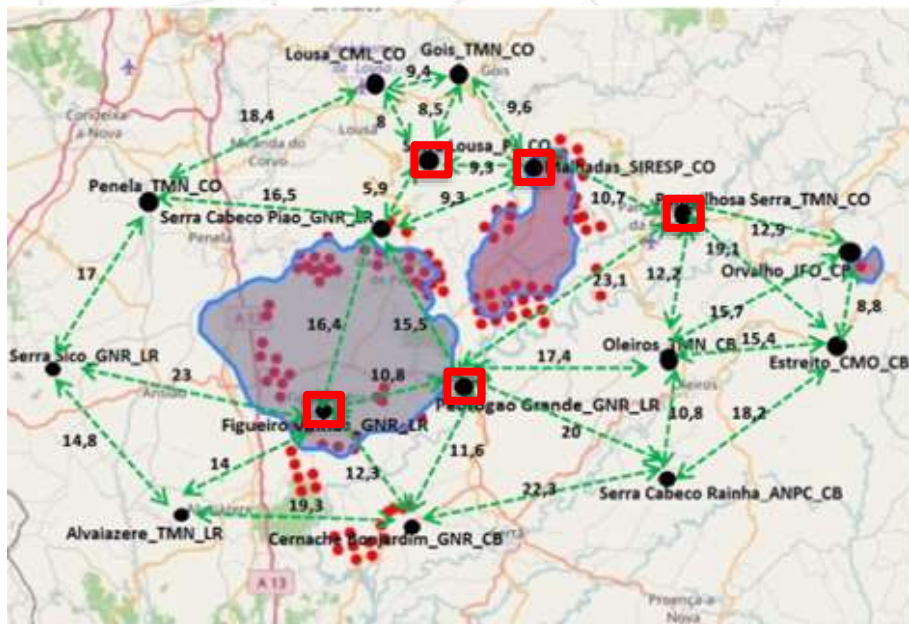


Figura 1 Localização das 16 estações base na área de Pedrógão Grande [6]. Estão sobrepostas marcas vermelhas nas estações que passaram ao modo local na sequência da perda da ligação ao comutador de Coimbra.

5 Análise da situação presente

A análise incide sobre quatro pontos: cobertura, tráfego, redundâncias e outros aspetos.

5.1 Cobertura

O estudo detalhado da cobertura rádio da Rede SIRESP na zona do incêndio de Pedrógão Grande assentou em três componentes:

- Simulação da cobertura da Rede SIRESP em toda a área em estudo, tendo em consideração a localizações das estações base, tipo e altura das antenas em serviço, frequências e potências emitidas. Para o estudo foram usados modelos de propagação de referência com aplicação em meios rurais com elevada densidade de vegetação, na faixa frequências de 380 – 383 MHz para a ligação ascendente e 390 – 393 MHz para a ligação descendente;
- Aferição dos resultados da cobertura obtidos por simulação, com duas séries de medidas realizadas ao longo das vias de comunicação: umas fornecidas pela SIRESP, SA (obtidas em momento anterior ao incêndio de Pedrogão Grande), e outras realizadas pelo IT após o incêndio, em 18 de julho de 2017;
- Análise das zonas (de sombra) nas vias de comunicação em que o nível mínimo de sinal se situa abaixo de limiares definidos.

Neste estudo a cobertura é sempre definida pela ligação descendente, isto é, pela ligação da estação base para a estação móvel. Esta ligação é também a que, mais facilmente, permite efetuar comparações entre os valores estimados pelos cálculos de cobertura e os valores medidos.

O anexo 6 do Contrato [2], apêndice 01, secção 4.2, página 50, estipula um nível de sinal mínimo nas vias de comunicação de -103 dBm, com uma fiabilidade de cobertura de 90 % em ambiente rural exterior.

O valor indicado no Contrato para o nível mínimo do sinal radioelétrico (- 103 dBm) é igual à sensibilidade dinâmica dos terminais móveis especificada na norma ETSI para sistemas TETRA [3]. O nível do sinal em procedimento de teste é medido geralmente em condições ideais, com o terminal instalado num suporte próprio numa viatura. Na utilização não ideal, há atenuações adicionais entre as quais: a atenuação do corpo do utilizador do terminal móvel (entre 5 a 9 dB, Contrato, anexo 13, apêndice 5), o desvanecimento de Raleigh (4 dB) e o desvanecimento log-normal rural (7 dB). Por outro lado, importa salientar que na avaliação da cobertura a partir de medidas, estas são normalmente realizadas ao longo das vias de comunicação. Um valor medido de -103 dBm nas vias de comunicação não garante necessariamente a cobertura em zonas interiores de mato e floresta.

Estes factos aconselham a considerar uma margem adicional de cerca de 10-20 dB na verificação da cobertura (nível mínimo de -93 a -83 dBm). Nestes valores não se inclui a atenuação adicional devida ao fogo, aliás não referida no Contrato. Há estudos [7] que mostram que a atenuação adicional por interposição de uma cortina de fogo (plasma) pode provocar uma atenuação adicional de 10 a 20 dB. É naturalmente indispensável usar de precaução ao adaptar este valor ao ambiente português e a este incêndio específico.

Pelas razões apontadas, para além do valor de -103 dBm referido no Contrato, optou-se por apresentar a análise de cobertura também para dois outros valores da sensibilidade -93 dBm e -83 dBm.

5.1.1 Localização geográfica do incêndio e das Estações Base

Na Figura 1 são apresentadas as áreas ardidadas delimitadas a azul em 19.06.2017, de acordo com o Relatório SIRESP 2017 [6]. Estão assinaladas a preto as estações base na zona em análise. Os círculos a vermelho representam os focos ativos de incêndio na altura.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas das estações base objeto de análise com a informação técnica, constante da Licença de Rede de Radiocomunicações do Serviço Móvel Terrestre – SIRESP, Licença n.º 508956, emitida pela ANACOM, em 11.11.2016.

Na visita ao terreno, verificou-se que nenhuma das estações base apresentava sinais de ter sido afetada pelo incêndio. No entanto, em algumas estações base, nomeadamente, as da Serra do Cabeço do Pião e de Malhadas, a sua área envolvente tinha vestígios de mato rasteiro queimado, no perímetro de segurança de aproximadamente 20 metros em torno do mastro da antena. No caso da estação base de Góis era visível a destruição da ligação por fibra ótica.

5.1.2 Análise de previsão da cobertura rádio

Esta secção apresenta simulações da cobertura rádio de cada estação base da Rede SIRESP (TETRA), identificadas na Figura 1, com base na informação recolhida e confirmada no terreno. A resolução espacial do terreno para efeitos desta análise é de 90 m.

Utilizou-se o modelo de propagação rádio *Irregular Terrain (Longley-Rice)*, que apresentou os melhores resultados tendo em consideração a orografia da região. O modelo foi afinado tendo por base medidas de nível de sinal obtidas por avaliação experimental (*in-situ*). Encontram-se no Anexo 1 outros detalhes sobre o modelo usado.

A título meramente ilustrativo, apresenta-se na Figura 2 o resultado da previsão de cobertura da estação base de Pedrógão Grande. A correspondência do nível de sinal com a escala de cores está sobreposta. Os níveis de sinal mais elevados são assinalados com cores

progressivamente mais claras e/ou mais quentes. Verifica-se a existência de muitas zonas de exclusão rádio, correspondentes a níveis de potência inferiores a -103 dBm, representados a azul mais escuro. A situação será pior se for considerada a margem de desvanecimento referida anteriormente.

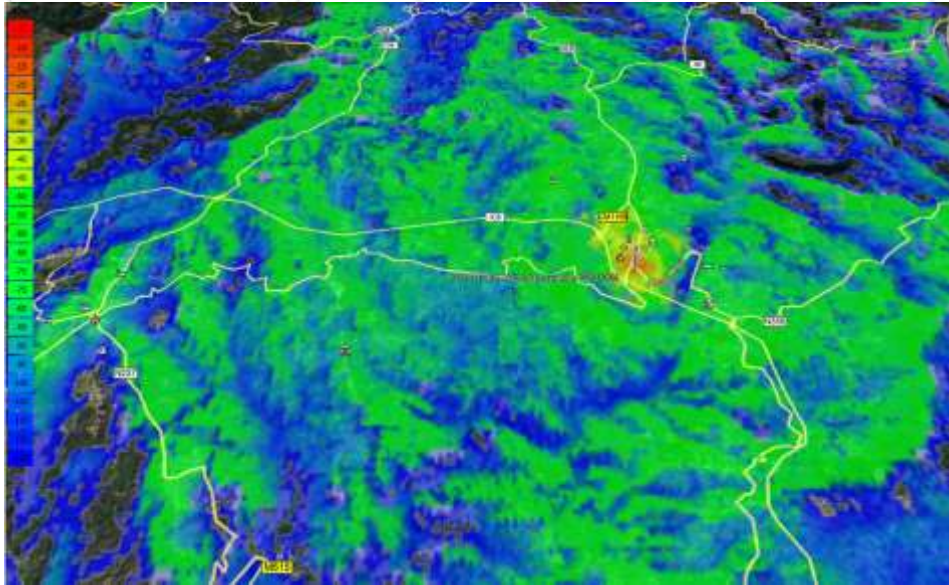


Figura 2 - Simulação de cobertura da estação base de Pedrógão Grande.

No entanto, a localização das estações base vizinhas, tipicamente com cotas elevadas, permite que na maioria dos locais haja sobreposição de coberturas, contribuindo para reduzir as sombras e, potencialmente, favorecer a capacidade da rede na região.

Foi efetuada uma análise da previsão de cobertura rádio da região de Pedrógão considerando a sobreposição das coberturas das 16 estações base, Figura 3, ou seja, considerando em cada local o melhor nível de sinal de cada estação base. Para o cálculo da função de distribuição acumulada do nível de sinal recebido nestas condições, Figura 4, dividiu-se a região em mosaicos de 20 km por 20 km (conforme especificado no Anexo 29 do Contrato [2]). Nestas condições, cerca de 90% das localizações apresentam um nível de sinal acima de -103 dBm, o que está conforme com o especificado no Anexo 6, Apêndice 1 do Contrato. No entanto, se considerarmos o nível mais realista de -93 dBm, por exemplo para os mosaicos 7, 8 e 9 (que

correspondem à zona do incêndio), a percentagem de locais cobertos reduz para 80%. Por outras palavras, em 20% dos locais é elevada a probabilidade de o nível de sinal recebido no terminal móvel ser insuficiente.

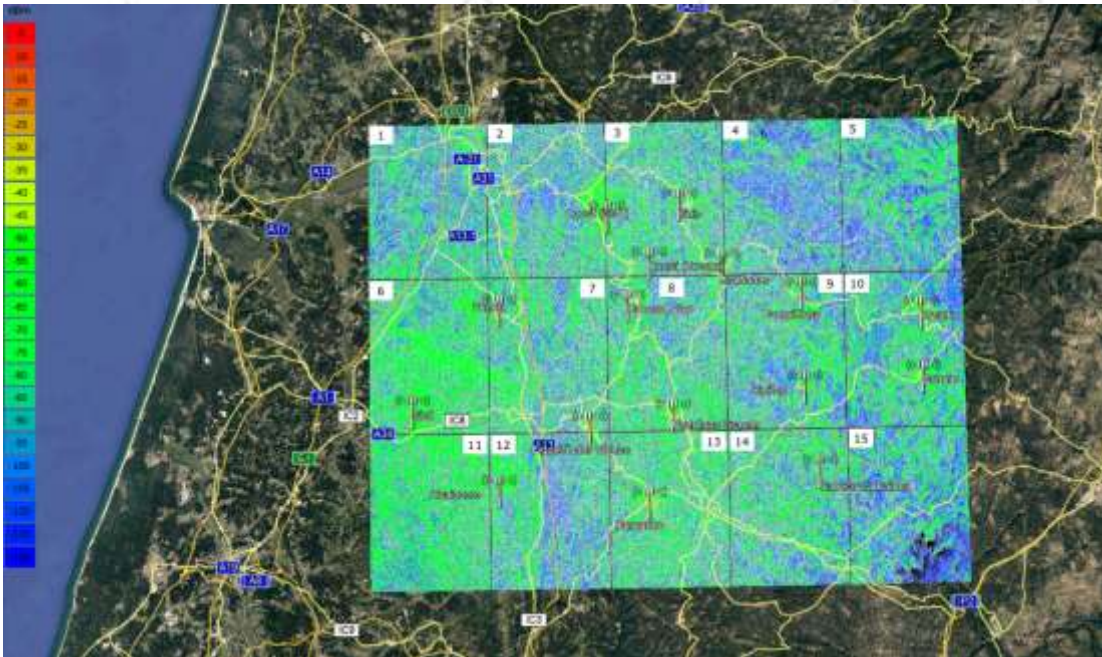


Figura 3 – Simulação da cobertura da região de Pedrógão Grande, considerando o melhor sinal de todas as estações base

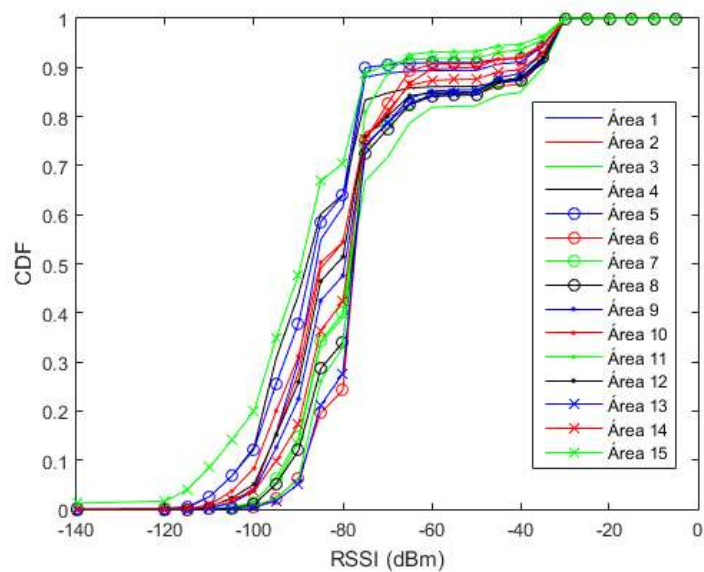


Figura 4 - Função distribuição acumulada dos níveis de cobertura radio, por estação base (simulado).

obtidas com intervalos de 3 segundos, na maioria dos casos a uma velocidade inferior a 40 km/h, Figura 7 e Figura 8. A concordância é igualmente boa. As diferenças verificadas sobretudo nas zonas afetadas pelo incêndio, advêm da inexistência de copas verdes (agora queimadas). Os balões correspondentes aos pontos medidos têm a mesma escala de cor da simulação. Por essa razão, a concordância faz com que nem sempre sejam visíveis nestas imagens.

Restringindo a análise apenas às zonas não afetadas pelo incêndio, verifica-se que na generalidade dos casos existe uma boa concordância entre as simulações e as medidas, tanto as realizadas no âmbito do presente estudo como as fornecidas pela SIRESP, SA, pelo que se conclui que o modelo de propagação é adequado.



Figura 6 - Percursos usados para as medidas do IT.

5.1.4 Cobertura das vias de comunicação

Nos dados fornecidos pela SIRESP, SA, correspondentes ao nível de sinal medido nas vias de comunicação adiante detalhadas, não existem valores abaixo de -103 dBm. Nesses mesmos dados analisaram-se os pontos das vias de comunicação em que a nível mínimo do sinal recebido é inferior a -83 dBm e a -93 dBm, valores mais realistas conforme explicado antes.

A Figura 9 e a Figura 10 mostram a zona ardida com sombreado e os pontos das vias de comunicação em que o sinal recebido da melhor estação base é inferior a -93 dBm e a -83 dBm, respetivamente.

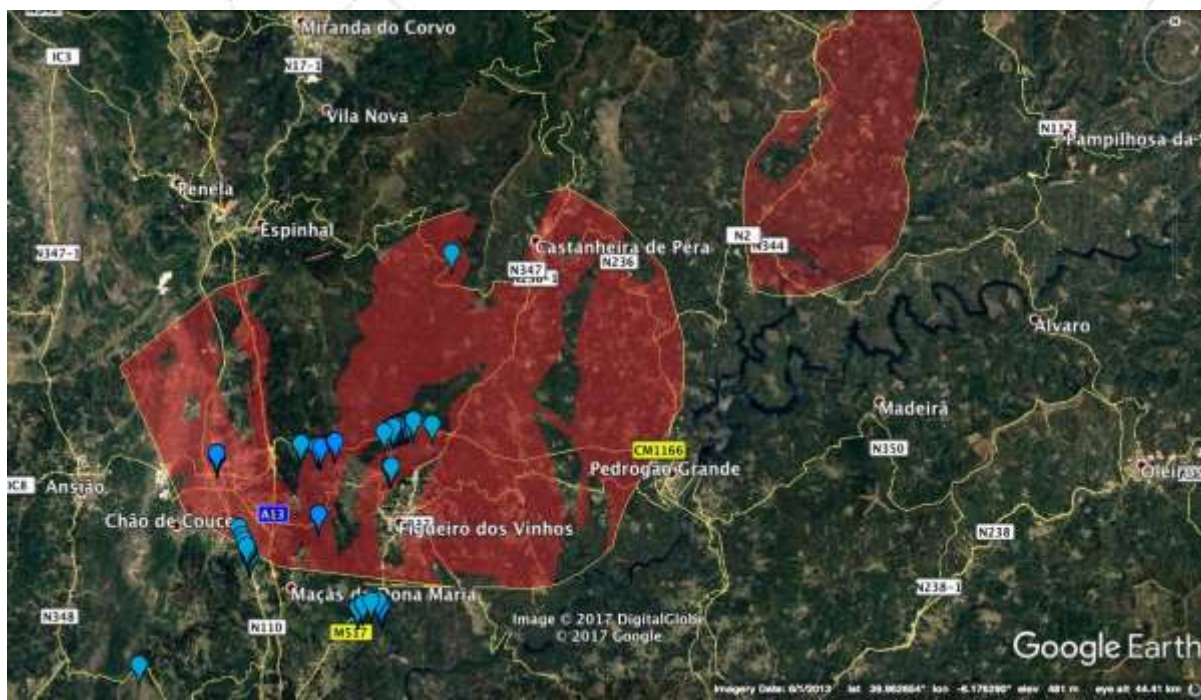


Figura 9 - Localização dos pontos das vias de comunicação onde o sinal recebido é inferior a -93 dBm.

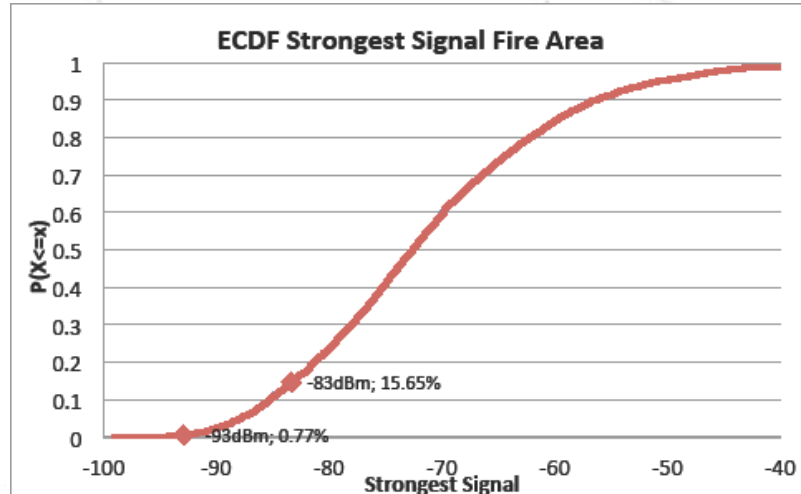


Figura 11 – Função de distribuição acumulada do nível de sinal medido no conjunto das vias de comunicação.

No entanto a análise desagregada via-a-via, Figura 12, mostra uma realidade diferente. Embora algumas vias de comunicação tenham cobertura a 100% dentro dos critérios definidos, outras há, como por exemplo o IC8 entre os nós de Figueiró dos Vinhos e Pedrógão Grande (curva laranja), em que em 60% dos pontos medidos o sinal é inferior a -83 dBm e cerca de 10% abaixo de -93 dBm. O detalhe da extensão de sombra no IC8 pode ser visto na Figura 13, indicado pelas marcas de cor azul mais escura.

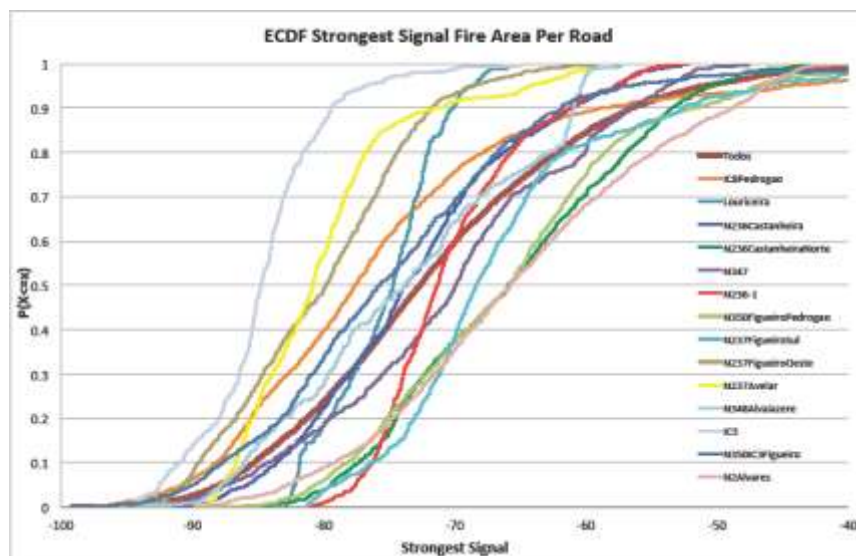


Figura 12 – Função de distribuição cumulativa por estrada, na área do incêndio.

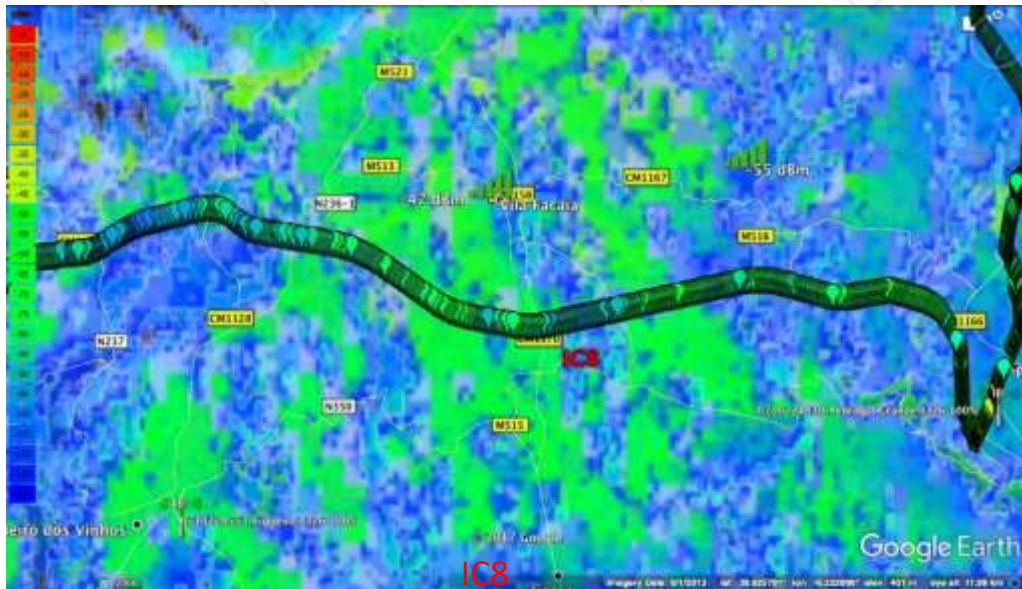


Figura 13 - Nível de sinal medido no IC8 sobreposto no mapa da região.

Comparando a cobertura global da região em estudo com a cobertura apenas das vias de comunicação verifica-se que esta é consideravelmente melhor do que aquela para níveis de sinal -93 e -83 dBm. Assim, nas vias comunicação a percentagem de valores medidos do nível de sinal inferiores a -93 dBm é de 0.9% enquanto que na cobertura da área em estudo este valor ascende a cerca de 20 %.

A cobertura da região em estudo cumpre o estabelecido no Contrato, ao nível de sinal de -103 dBm, tanto para a área como para as vias de comunicação. No entanto, para valores mais realistas do nível de sinal (-93 dBm), embora o grau cobertura das vias de comunicação se mantenha, há 20 % da área total com probabilidade elevada de nível de sinal insuficiente.

5.2 Tráfego

O sistema cumpre a especificação do Contrato no que respeita ao número mínimo de conversações simultâneas em zonas rurais (3) e em estradas principais (7) já que oferece 7 em todas as estações base da região.

A questão que se coloca é se as especificações do caderno de encargos são razoáveis ou se, este evento é de tal maneira extraordinário, que são de aceitar as limitações no acesso à rede.

Na tabela 2 (retirada de [6]) verifica-se que as estações base de Pedrógão Grande, Malhadas, Pampilhosa de Serra, Serra da Lousã e Figueiró dos Vinhos (ver Figura 1) ficaram sem ligação ao comutador de Leiria (isto é passaram a funcionar em modo local, LST) entre as 19:38 de 17 de Junho de 2017 e as 03:53 de 18 de Junho de 2017. Reparada a ligação com o comutador, o funcionamento normal da estação de Pedrógão Grande foi retomado às 11:49 de 19.06.2017. As ligações com as restantes estações foram sendo reparadas e as mesmas reentraram ao serviço normal às 21:10 de 19.06.2017, para Figueiró dos Vinhos, e 14:55, 15:27 e 19:15 de 20.06.2017, respetivamente para as estações de Serra da Lousã, Malhadas e Pampilhosa da Serra.

Face ao descrito é evidente que se verificaram cortes prolongados no funcionamento normal do sistema de comunicações nas áreas cobertas pelas estações base de Pedrógão Grande (39.6 h), Figueiró dos Vinhos (41.3 h), Serra da Lousã (67 h), Malhadas (66.4 h) e Pampilhosa da Serra (70.8 h).

O incêndio a que se reporta este estudo teve grande dimensão e no combate a este incêndio, estiveram envolvidos entre bombeiros, agentes da GNR e pessoal da proteção civil mais de 2000 operacionais.

O tráfego oferecido às estações apresentou picos muito superiores aos utilizados para o dimensionamento, o que teve como resultado uma fração muito elevada (isto é superior a 0.05) de tráfego em espera ("busies"). De acordo com [6] as estações base não conseguem cursar mais de 1200 chamadas por hora. Todas as tentativas de chamada superiores a 1200 chamadas por hora, nestas condições ficam em espera ("busies"). De acordo com [6], o tráfego máximo transitado pelas estações base, com taxas de chamadas em espera inferiores a 0.05, é da ordem de 1000 chamadas por hora.

Os gráficos relativos às chamadas processadas e perdidas (“busies”) mostram que no dia 21 de junho, depois de todas as estações base terem sido repostas em serviço, ainda se verificaram picos de tráfego nas estações de Malhadas, Oleiros, Cabeço do Pião, Cabeço da Rainha e Lousa que excederam claramente o grau de serviço do Contrato (0.05). Desconhece-se neste momento se este pico de tráfego, na fase de rescaldo do incêndio, poderá ter correspondido a uma situação excepcional ou se indicia que a capacidade de tráfego da Rede SIRESP nesta região é inferior à necessária.

Numa rede TETRA, o terminal móvel normalmente ligar-se-á à estação base que apresentar o sinal mais intenso ou de melhor qualidade. No entanto esta possibilidade pode ser alterada, obrigando o terminal a utilizar uma estação preferencial pré-configurada.

A informação que foi possível obter da SIRESP, SA para análise da duração das chamadas não permite perceber claramente neste momento se a capacidade de tráfego da rede foi insuficiente devido ao elevado número de meios usados para combater este incêndio ou se à duração, aparentemente muito elevada, das chamadas efetuadas. Este assunto será retomado na fase II do relatório.

5.3 Redundâncias

O Caderno de Encargos [1] especifica na Secção B, Secção 1.1 Tipologia, alínea g) que *as ligações fixas (entre comutadores e entre estes e as estações base) devem ser redundantes, devendo haver redundância parcial nas estações base.*

No que respeita à cobertura rádio da região em análise, foi confirmado na Secção 5.1, que cada local tem em geral cobertura simultânea por mais de uma estação base o que, com as limitações discutidas, configura uma redundância parcial de cobertura rádio, de acordo com especificado no Contrato [2].

Mas, tanto quanto foi possível apurar¹, existe uma falta de redundância muito grave na rede de ligação das estações base ao comutador de Coimbra. Por observação direta no local, supõe-se que estas ligações são feitas usando cabos de fibra ótica, em montagem aérea, e uma arquitetura em estrela. A interrupção de qualquer destas ligações elimina várias das funcionalidades da rede comprometendo, por exemplo, a possibilidade de comunicação com os centros de comando e a comunicação entre células diferentes. Com a solução adotada para a ligação das estações base ao comutador de Coimbra, a probabilidade desta falha é muito elevada, sobretudo em cenários de incêndio florestal. Uma vulnerabilidade do tipo “single point of failure”, é inaceitável numa rede de emergência uma vez que o tempo de reposição é muito elevado (tipicamente superior a 24 horas).



Figura 14 – Aspeto do cabo de fibra ótica queimada na região de Malhadas.

¹ Como mencionado na Secção 3, não foi ainda entregue ao IT a informação pedida sobre a arquitetura e as características da rede de ligações entre as estações base desta região e o comutador de Coimbra.

5.4 Outros aspetos

Conforme ficou referido na secção 3 nesta fase optou-se por não contactar diretamente a SIRESP, SA, pelo que as observações da secção 5.4.1 devem ser tomadas apenas como pontos de atenção a considerar na fase II do estudo.

5.4.1 Cadeia de comando e apoio técnico

Não é claro se existe uma equipa técnica de comunicações da SIRESP, SA para coadjuvar no local o comando de operações durante sinistros de grandes dimensões, com conhecimentos e prática da Rede SIRESP, capaz de sugerir ações suscetíveis de resolver com prontidão os problemas que possam surgir na Rede. Por exemplo, essa equipa deveria ter conhecimento das zonas com deficiência sistemática da cobertura rádio para ajudar a definir o melhor local do ponto de vista das comunicações para posicionar os postos de comando de operações local ou as estações base móveis.

As unidades móveis do SGMAI, estão atualmente à responsabilidade da PSP e da GNR, o que parece introduzir uma cadeia de comando demasiado longa e demorada para situações de emergência.

5.4.2 Utilizadores do sistema

Os terminais móveis do SIRESP têm múltiplas funcionalidades importantes em diferentes cenários de imergência, que os distinguem dos terminais das redes comerciais de comunicações. O modo de funcionamento mais simples (“push-to-talk”) está acessível através da simples pressão de um botão. As restantes funcionalidades requerem um conhecimento adicional do terminal. Esse conhecimento é particularmente importante em situações de congestionamento ou de falha parcial da rede, para que os utilizadores possam tirar partido das funcionalidades do sistema TETRA para esses casos. Ao que pudemos apurar nas

entrevistas, nem todos os utilizadores têm conhecimento e prática suficiente dos equipamentos.

5.4.3 Energia

Tanto quanto foi possível apurar a autonomia das estações base, em caso de corte no fornecimento de energia elétrica é assegurada por baterias com capacidade claramente insuficiente para uma rede de emergência. Deve, pois, aumentar-se a capacidade destas baterias para garantir uma autonomia mínima de 24 h ou, em alternativa, instalar um gerador de emergência. O corte no fornecimento de energia elétrica e a não entrada em operação do gerador de emergência (se for esta a opção escolhida) devem ser sinalizadas no sistema de supervisão da Rede SIRESP.

No que respeita aos terminais móveis, em média uma bateria não é suficiente para um dia de operações, sendo a autonomia diferente consoante o fabricante dos terminais. Embora os utilizadores levem baterias de reserva para o terreno, é sempre necessário recarregá-las. Nem todas as viaturas dispõem de conversores 12V-220V, pelo que nesses casos as baterias têm de ser enviadas para os quartéis originando inúmeras viagens ente os quartéis e o teatro de operações.

6 Sugestões para as deficiências encontradas

6.1 Cobertura

Apesar de existirem locais com cobertura deficiente na região em estudo, como existem sempre em redes móveis reais, a solução não passa necessariamente pela instalação de novas estações base mas no seu reforço, pontual, com estações base móveis. Esta solução, que assegura também um aumento da capacidade de tráfego, só poderá ser quantificada na fase II do estudo. A simples instalação de mais estações base na região, dada a sua orografia, não parece configurar-se como uma solução viável.

6.2 Tráfego

Com os dados disponíveis não é possível, neste momento, quantificar as alterações necessárias na Rede para aumentar a capacidade de tráfego. No entanto é possível adiantar desde já que o critério usado no Contrato (Anexo 6, Apêndice 1) para definir a capacidade do subsistema de rádio (número de grupos de conversação e de conversações simultâneas) deve ser reavaliado em função do tipo de riscos a que rede deve dar resposta e não só da densidade populacional.

Pode ainda ser possível melhorar a eficiência da utilização dos canais disponíveis nas várias estações base que cobrem cada local sem necessidade de alterações no equipamento existente: ativando (ou implementando) a modalidade de seleção de célula com base no nível de tráfego nas estações base (“cell re-selection using Cell Service Level”), especificada na norma da ETSI [4].

Na falta de informação do fabricante sobre esta possibilidade, que foi solicitada e ainda não foi completamente esclarecida, a curto prazo só parece viável o aumento do número de estações móveis para reforço pontual, referido na secção anterior.

6.3 Redundâncias

Para assegurar a redundância nas ligações das estações base ao comutador de Coimbra, propõem-se duas configurações alternativas baseadas em feixes Hertzianos: uma dimensionada para coexistir com a solução atual de cabo e outra, prescindindo desta, com redundância por feixes Hertzianos (num percurso diferente). As ligações por feixes Hertzianos são praticamente imunes aos fogos e bastante resilientes a intempéries (desde que as estações base não sejam destruídas).

Sempre que a ligação por feixes hertzianos se mostre de difícil execução propõe-se recorrer à ligação via satélite. A restrição na utilização de satélites tem a ver com os custos mais elevados deste serviço.

Detalham-se a seguir as opções para estas duas soluções de redundância.

6.3.1 Feixes Hertzianos

6.3.1.1 Ligações por cabo com redundância por feixes hertzianos

Apresenta-se para as 16 estações base na zona de Pedrogão Grande uma solução para a interligação das estações ao comutador de Coimbra com redundância por feixes Hertzianos, Figura 15. Esta solução é apresentada ao nível de estudo prévio suscetível de integrar um caderno de encargos.

No estudo considerou-se que:

- As frequências de portadora a utilizar deverão situar-se nas faixas de frequências dos 13 GHz, 15 GHz ou 18 GHz. Nos exemplos seguintes apresentam-se os resultados das ligações para 13 GHz e 15 GHz.

- Adotou-se uma ligação em estrela em que cada estação se liga a uma outra com exceção das estações de Cabeço do Pião e Castelo de Trevim que são utilizadas como pontos de concentração de tráfego.
- Os mastros das estações têm uma altura de 30 m, aproveitando os mastros existentes.
- O desvanecimento seletivo é considerado como quase desprezável para os feixes hertzianos de baixo débito e é utilizada a Recomendação ITU-R F.1093-1 Método B para a ligação Castelo de Trevim – Coimbra.
- Os valores de 0.5 W para a potência de emissão correspondem a valores típicos disponíveis em equipamentos comerciais.
- As perdas máximas consideradas nos terminais são de 1 dB (por terminal).
- Nas ligações à frequência de 13 GHz consideraram-se antenas parabólicas de 0,6 m de diâmetro (1 m para a ligação Castelo de Trevim – Coimbra). Para a frequência de 15 GHz tomaram-se antenas 0,8 m de diâmetro.
- Optou-se em todos os casos por uma largura de banda máxima de canal de 3,5 MHz.

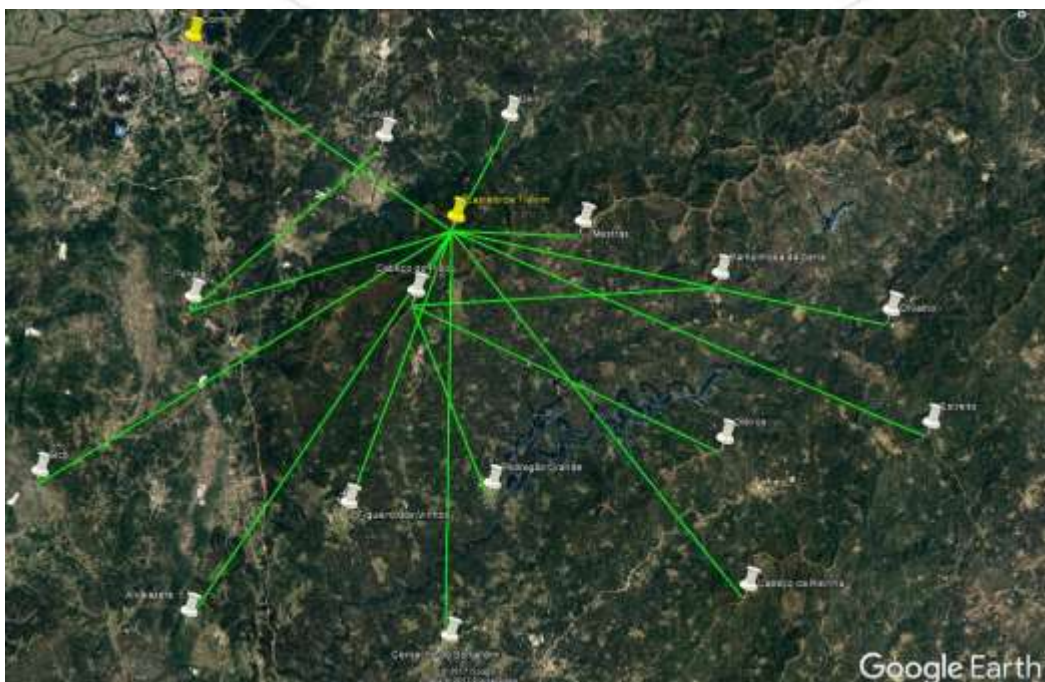


Figura 15 – Traçado das ligações consideradas no estudo de redundância por feixes Hertzianos

Apresentam-se no Anexo 2 os perfis das ligações consideradas, com indicação das linhas de vista e do 1º elipsoide de Fresnel para a frequência de 13 GHz. Não se representa nas figuras o elipsoide para 15 GHz por este ser menos restritivo e não ser distinguível do primeiro na escala utilizada.

Neste estudo, a margem de segurança indica a folga face às normas internacionais estabelecidas pela ITU-R considerando os efeitos do desvanecimento e da chuva.

Uma vez que as margens de segurança obtidas variam entre 3,6 dB e 41,8 dB para a frequência de 13 GHz e entre 9,6 dB e 48,4 dB para a frequência de 15 GHz, ver Tabela 3, e Tabela 4 no Anexo 2, podemos concluir que esta solução é viável.

Os custos envolvidos com esta solução dependem de economias de escala e contratos específicos com os fabricantes. No entanto, preços recentes indicam que é possível efetuar cada uma destas ligações com sistemas bidirecionais 1+1 com reserva quente (HSB) por cerca de 10 k€, incluindo a instalação, se esta for feita nas estações base pré-existentes.

A este valor de investimento inicial acresceriam eventuais custos de interligação (para assegurar a redundância com as ligações por cabo) e taxas anuais de utilização do espectro (que a preços atuais considerando uma distância média de 22 km/ligação equivaleria a 0.5 k€/ano). Importa referir que os equipamentos rádio considerados têm a possibilidade de suportar os débitos binários das ligações caso seja decidido aumentar a capacidade de tráfego das estações base.

6.3.1.2 Ligações por feixes hertzianos com redundância por feixes hertzianos

É possível conceber uma rede com redundância baseada exclusivamente em ligações rádio. Na Figura 16 indicam-se a azul as ligações adicionais que seriam necessárias entre as estações

da zona em estudo. São ainda necessários 2 repetidores passivos para a ligação redundante das estações da Lousã (repetidor passivo entre Lousã e Castelo de Trevim) e Pampilhosa da Serra (repetidor passivo entre Pampilhosa da Serra e Castelo de Trevim). Estas duas ligações encontram-se representadas a amarelo na figura. Esta solução corresponderia a um acréscimo do número de ligações da ordem dos 50 – 60 % e naturalmente dos custos numa percentagem semelhante.

As ligações efetuadas com recurso a repetidor poderiam ser reencaminhadas por outras estações SIRESP fora do perímetro em estudo no âmbito de um projeto global (o que em princípio evitaria a utilização de repetidores passivos).

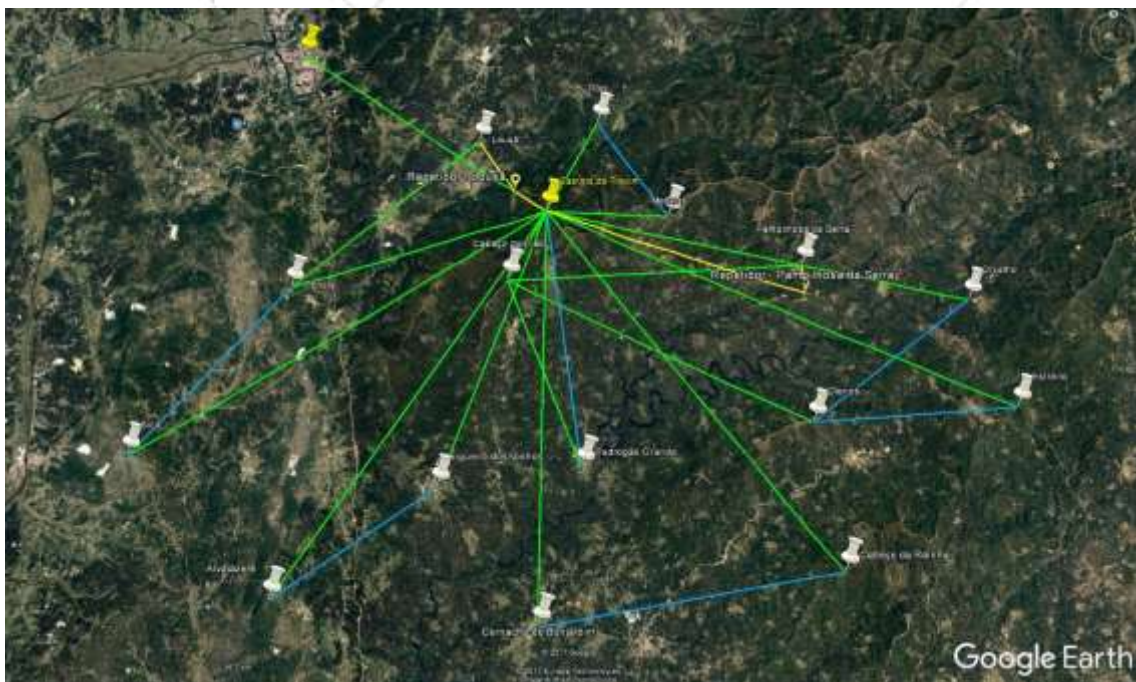


Figura 16 – Traçado das ligações consideradas no estudo de redundância por feixes Hertzianos

São apresentados no Anexo 2 os perfis das ligações adicionais para realização das redundâncias introduzidas relativamente à secção anterior com indicação das linhas de vista e do 1º elipsoide de Fresnel para a frequência de 13 GHz.

6.3.2 Ligações via satélite

A redundância das ligações das estações base ao comutador de Coimbra pode ainda ser garantida, em situações de emergência, por ligações via satélite. Devido ao custo, estas ligações deverão ser consideradas apenas em situações em que quer a fibra ótica, quer os feixes hertzianos apresentem problemas.

Hoje em dia a utilização de comunicações via satélite utilizando serviços comerciais incluem diversos provedores de serviço de dados, como a INMARSAT, Thuraya ou Globalstar ou ainda as ligações VSAT privadas, em que a EUTELSAT é um dos principais fornecedores. Todos estes serviços comerciais têm mapas de cobertura rádio que cobrem Portugal e, por isso, é possível a sua utilização nos cenários em análise. No anexo 3, apresenta-se uma análise mais detalhada destes sistemas, incluindo mapas de cobertura.

As ligações via satélite têm a vantagem de serem em linha de vista e, por isso, sofrerem um menor impacto com a atenuação devido ao fogo.

As ligações em questão podem ainda ser feitas com recurso a ligações móveis via satélite que, em casos de utilização esporádica, poderão reduzir significativamente os custos, embora se reconheça que estes dependem sempre de uma contratualização individualizada (ver Anexo 3).

Para avaliar o impacto das soluções via satélite na Rede SIRESP, utilizaram-se valores de mercado². Um estudo mais pormenorizado implica um plano de trabalhos detalhado e consultas aos operadores de telecomunicações específicos.

Assume-se neste estudo que cada estação deverá ter capacidade de emissão e receção, que será utilizada apenas quando as soluções terrestres ficarem isoladas da rede. Para o efeito cada estação deverá ter:

- Comutador de ligação de dados

Este comutador tem como objetivo escolher de forma automática qual a tecnologia de interligação entre a estação base e os comutadores, sendo a solução via satélite a última a ser escolhido quando a comunicação por fibra ótica ou feixes hertzianos não seja possível.

- Sistema de transmissão/receção via satélite

Solução de modem via satélite compatível com o plano subscrito com o operador via satélite; o modem será responsável por interligar a estação com o satélite e realizar a adaptação de protocolos adequada.

- Identificação individual da estação e plano correspondente

Cada estação via satélite terá de ser identificada individualmente e ter associado um plano de dados compatível.

Para cálculo dos custos envolvidos usar-se-á, a título de exemplo, solução INMARSAT, pois os custos inerentes são públicos e de simples obtenção.

² Valores retirados de <http://www.satphonestore.com/airtime/bgan-airtime.html>

A Figura 17 representa uma possível antena para uma ligação INMARSAT, incluindo potenciais ligações a estações base TETRA. A constelação INMARSAT cobre o território nacional como se pode ver pela Figura 18.

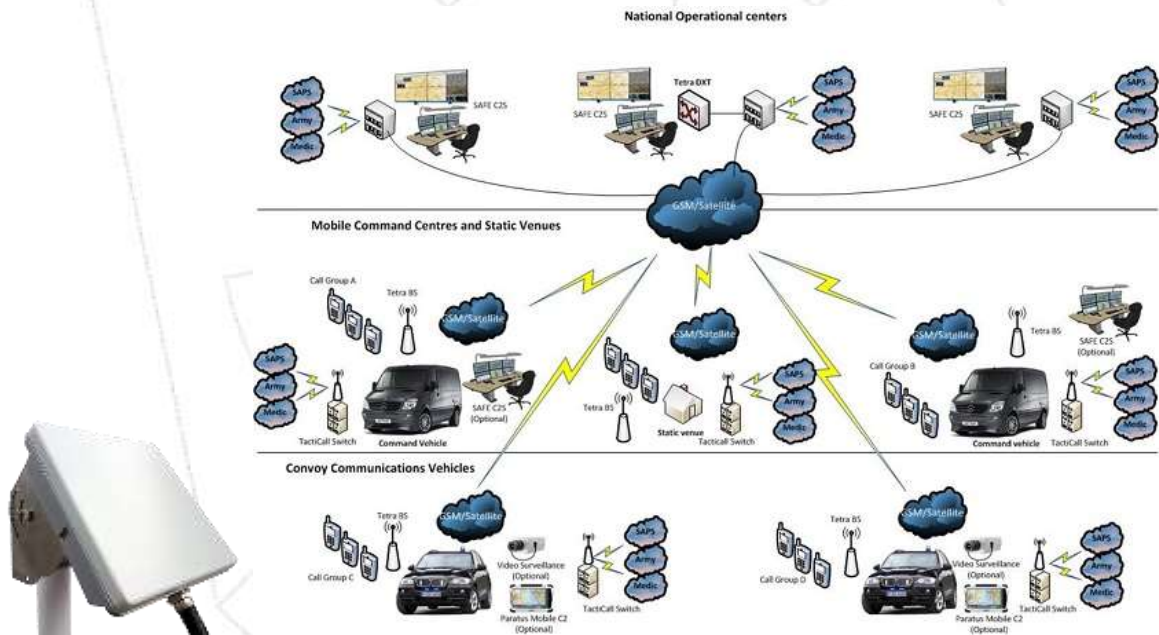


Figura 17 – Imagem representativa de uma antena compatível com o sistema INMARSAT, b) opção de interligação deste sistema proposto pelo operador. [8]

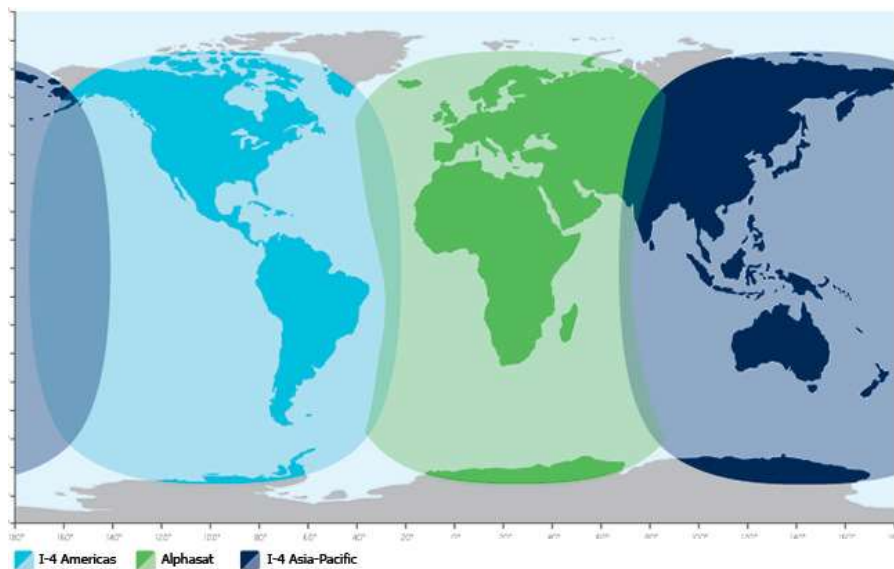


Figura 18 – Mapa de cobertura dos satélites Inmarsat-4 e Alphasat. [9]

Para estimar os custos desta solução assumiu-se que:

1. Custo da Antena e respetivo modem: 5k€ por unidade
2. Custo de subscrição do serviço, (este custo é altamente variável e dependente do contrato entre operadores); com os valores disponíveis e escolhendo a opção “gold”, o custo de uma subscrição individual mensal importa em 400 €, no qual já se inclui uma utilização de 100 MByte por mês, sendo os restantes dados taxados a 4 €/MByte.
3. A ligação via satélite só seria utilizada em situações em que as interligações por fibra ótica e feixes Hertzianos estivessem indisponíveis: 2 dias de ligação satélite (contínuo) por ano.

De acordo com estas hipótese, para uma estação o investimento (equipamento) é de 8 k€ e o custo de operação anual é de, aproximadamente, de 20 k€.

7 Medidas preventivas

Entendemos que as medidas preventivas têm duas naturezas diferentes: medidas de rotina e medidas de emergência, a tomar na eminência de um desastre que se possa antecipar.

7.1 Medidas de rotina

As estações base móveis (e a respetiva equipa de operação) devem ter um estado de prontidão 24/7 e o seu funcionamento deve ser monitorizado regularmente. Estas unidades, atualmente à responsabilidade da PSP e da GNR, devem ser integradas, pelo menos ao nível de comando, na Rede SIRESP.

Todos os utilizadores de terminais móveis SIRESP devem manter-se atualizados quanto a novas funcionalidades. Exercícios regulares obrigatórios são a garantia desta competência que é sobretudo importante em condições de “stress.” Deve ser dada especial atenção às funcionalidades que a tecnologia TETRA oferece para prevenir congestionamentos da Rede e assegurar comunicações mínimas em condições de falha parcial da Rede, como por exemplo a chamada automática ou o modo de comunicação direta (DMO). O acesso a um vídeo curto explicativo poderá ser uma forma expedita de obter resultados, embora não substitua a formação específica.

7.2 Medidas de emergência

Existirão sempre, infelizmente, desastres graves que poderão ocorrer sem qualquer possibilidade de previsão. No entanto existe um número muito significativo de potenciais ocorrências que permitem alguma preparação prévia para minimizar possíveis falhas técnicas da Rede SIRESP. Naturalmente o tempo de antecipação é variável consoante o tipo de ocorrência, podendo ir de dias nos casos de eventos programados até poucas horas noutros

casos. Mas estas poucas horas de avanço, ou mesmo as medidas certas tomadas nos primeiros momentos do desastre, podem ser determinantes para alterar por completo a resposta da Rede em emergência, já que uma Rede que nunca poderá ser dimensionada para picos de solicitações em qualquer lugar e a qualquer hora. Enquadram-se neste caso muitos fogos florestais. Sabe-se normalmente com antecedência, a partir do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), quais as zonas do país com o maior risco de incêndio, e esse conhecimento deve ser usado criteriosamente.

Os pontos mais críticos a reforçar em situação de emergência serão a cobertura, a capacidade do sistema, a redundância e a assistência técnica ao sistema. Presentemente algumas destas funções são asseguradas pelas duas estações base móveis. Estas unidades, bem como os técnicos necessários para a sua configuração e entrada em funcionamento, devem ser mobilizados antecipadamente para zonas estratégicas, identificadas de acordo com os critérios de risco mencionados, de maneira a poderem chegar aos destinos no mais curto espaço de tempo. A título de exemplo, na época de fogos florestais, estas unidades devem ficar localizadas preferencialmente nas regiões centro e norte de Portugal.

8 Processos de resposta ao desastre (disaster recovery)

A resposta cabal a esta questão envolve contactos com o SIRESP, SA e com a Autoridade Nacional de Proteção Civil que, nesta fase do estudo entendemos não deverem ter lugar. Nesta fase o IT contactou com comandantes de corporações de bombeiros voluntários, municipais e sapadores com conhecimento da região e intervenção no incêndio de Pedrógão Grande e ainda comandantes de corporações de bombeiros também com intervenção do sinistro cujos elementos, à partida não conheciam a região. Este assunto será retomado na fase II do estudo.

9 Conclusões

Este estudo, com as limitações referidas na secção 3, e apenas com base na informação da região de Pedrógão permite concluir que:

- Existiram faltas graves na Rede SIRESP, com cortes prolongados no funcionamento normal do sistema de comunicações nas áreas cobertas pelas estações base de Pedrógão Grande (39.6 h), Figueiró dos Vinhos (41.3 h), Serra da Lousã (67 h), Malhadas (66.4 h) e Pampilhosa da Serra (70.8 h). Durante estes períodos estas estações base funcionaram em modo local (LST), o que restringiu as comunicações a terminais da mesma estação base, ou a comunicações diretas (de curto alcance) entre terminais;
- As falhas mencionadas deveram-se à destruição, pelo incêndio, das ligações por cabo de fibra ótica das estações base referidas ao comutador de Coimbra;
- A solução técnica para a ligação das estações base ao comutador de Coimbra (cabo de fibra ótica suportado em postes de madeira), não cumpre as exigências do Caderno de Encargos [1] nem se configura como uma solução técnica adequada para usar numa floresta numa rede de segurança e emergência;
- Durante o período de corte das ligações e mesmo depois destas terem sido reestabelecidas verificou-se que algumas das estações base foram incapazes de cursar o tráfego oferecido sem um número anormalmente elevado (superior aos 0.05 referidos no Contrato [2]) de chamadas em espera);
- A cobertura rádio conseguida pela Rede SIRESP cumpre as especificações do Contrato, ainda que se considere que estas são pouco exigentes, por não acautelarem as margens de segurança necessárias em situações realistas;
- Nem todos os utilizadores têm conhecimento e prática suficiente dos equipamentos da Rede SIRESP, em particular para operar com falhas parciais da rede, pelo que se recomenda formação e exercícios periódicos para a sua utilização, em condições de stress.

- Deve ser implementada o mais rapidamente possível uma solução de redundância para as ligações entre as estações base e o comutador. Na região em estudo, a solução mais adequada é baseada em feixes Hertzianos;
- Deve ser analisada a possibilidade de aumentar o número de estações base móveis, para reforçar pontualmente tanto a cobertura como a capacidade de tráfego, em situações graves; (número a quantificar na Fase II do estudo);
- As estações móveis devem ser distribuídas pelo território nacional de acordo com a probabilidade de risco em cada época;
- É conveniente, com base na experiência deste sinistro e de outros, rever e, eventualmente aumentar a capacidade de tráfego de algumas estações base (este assunto deverá retomado na fase II deste estudo);
- Não existem razões técnicas para abandonar a Rede SIRESP; existem isso sim, recomendações que devem ser seguidas urgentemente para que esta rede cumpra os objetivos para que foi concebida, à semelhança do que acontece em dezenas de outros países europeus.

As conclusões definitivas do estudo apenas serão possíveis no final da fase II.

10 Sobre o IT

O Instituto de Telecomunicações (**it**) é uma associação privada, sem fins lucrativos, de utilidade pública, que congrega nove instituições com experiência em investigação e desenvolvimento no domínio das telecomunicações:

- Instituto Superior Técnico (IST);
- Universidade de Aveiro (UA);
- Universidade de Coimbra (UC);
- Altice Labs;
- Nokia Solutions and Networks (NSN);
- Universidade da Beira Interior (UBI);
- Universidade do Porto (UP);
- ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL);
- Instituto Politécnico de Leiria (IPL).

O **it** está organizado em torno de três pólos e quatro delegações. Os pólos situam-se um em Aveiro, no campus universitário, outro em Coimbra, no Pólo II da Universidade de Coimbra e o terceiro em Lisboa, no Instituto Superior Técnico (Alameda). As delegações estão localizadas no Porto, partilhada pela Faculdades de Engenharia e de Ciências da Universidade do Porto, em Leiria, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria, em Lisboa, no Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) e, na Covilhã, na Universidade da Beira Interior.

O arranque do **it**, em 1992, foi o resultado do financiamento de cerca de 7.5 M€, do programa CIENCIA, resultante de três contratos assinados em 1991. Este financiamento permitiu a construção de novas infraestruturas e o equipamento de laboratórios nos três pólos. O funcionamento do **it**, enquanto nova instituição, iniciou-se em 1993.

O **it** é gerido pela Direção, eleita pela Assembleia Geral, e pelas Comissões de Gestão dos pólos que, em cada pólo, incluem os membros da Direção desse pólo e mais um, ou dois, investigadores seniores do pólo. Na Assembleia Geral, cada associado tem um voto e as decisões são tomadas por maioria simples dos associados presentes. As Comissões de Gestão têm ampla autonomia para os assuntos correntes. A Direção reúne pelo menos uma vez por mês. A principal diferença entre os pólos e as delegações é que aqueles, ao contrário destas, têm uma ampla autonomia de gestão, com capacidade de angariar receitas e executar despesas. Para este efeito cada uma das delegações está dependente de um pólo. A delegação de Leiria depende do pólo de Coimbra, enquanto as delegações da Covilhã, de Lisboa - ISCTE e do Porto dependem do pólo de Lisboa.

A atividade científica do **it** é supervisionada pelo Conselho Científico, que inclui todos os colaboradores doutorados. O Conselho Científico reúne em plenário e em comissões temporárias e permanentes. Existem duas Comissões permanentes: a Comissão de Ciência e Tecnologia e a Comissão Coordenadora dos Grupos de Investigação.

O Plano de Atividades e o Relatório de Atividades anuais são discutidos com o Conselho Consultivo (Prof. Sir John O'Reilly, Prof. Thomas Brazil e Prof. Touradj Ebrahim) que sobre eles emitem um parecer e, em conjunto com as Contas (depois de auditadas e certificadas), são apresentados à Assembleia Geral para aprovação.

Face aos seus associados, o **it** atua como gestor da atividade científica dos docentes e funcionários, autorizados individualmente pelo associado, que o solicitem. O **it** está, portanto, autorizado a incluir nas suas equipas de investigação estes docentes, sem que esta inclusão implique qualquer relação de carácter laboral. Aliás, estatutariamente, o **it** está proibido de pagar qualquer importância e estes docentes.

O **it** tem sido regularmente avaliado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) desde 1997, tendo sempre obtido a classificação de Excelente. Em 2001 o **it** foi considerado como

Laboratório Associado, nos termos do Decreto-Lei 125/99, situação que, após avaliação, se mantém.

Em 31 de Dezembro de 2016 o **it** tinha 294 colaboradores doutorados (dos quais 31 bolseiros do **it**), 176 alunos de doutoramento (financiadas pela FCT) e 199 outras bolsas financiadas pelo **it** das quais 31 de pós-doutoramento, 85 bolsas para mestres, 34 bolsas para licenciados, 56 bolsas de iniciação à investigação, 1 bolsa de integração na investigação e 3 bolsas de gestão de ciência e tecnologia). A estes colaboradores acrescem 29 funcionários (18 administrativos e 11 técnicos).

Dos colaboradores doutorados 30 têm nacionalidade estrangeira, enquanto dos alunos (com mestrado e a preparar doutoramento) 43 são estrangeiros.

No ano de 2016 no **it** foram supervisionados e elaboraram a respetiva tese (que mereceram aprovação nos estabelecimentos de ensino superior), 232 alunos de mestrado e 34 alunos de doutoramento. No mesmo ano os colaboradores do **it** publicaram isoladamente ou em co-autoria 16 livros, 52 capítulos de livros, 389 artigos em revistas científicas internacionais com arbitragem, 431 comunicações em conferências arbitradas, com atas publicadas e 10 pedidos de patentes.

Desde o início da sua atividade em 1993 e até 31 de dezembro de 2016 no **it** foram concluídas com sucesso 418 teses de doutoramento, 2219 teses de mestrado e publicados 197 livros, 716 capítulos de livros, 3954 artigos em revistas científicas internacionais com arbitragem, 8245 comunicações em conferências com arbitradas, com atas publicadas e 163 pedidos de patentes. Os artigos e comunicações publicados receberam até à data 52 800 citações.

No ano de 2016 os proveitos do **it** ascenderam a 6 163 k€ distribuídos da seguinte forma:

- Serviços a terceiros 997 k€

- Subsídios à exploração 4 790 k€
- Outros proveitos 376 k€

Os principais clientes foram:

- Altice Labs 245 k€
- European Space Agency 125 k€
- Huawei Technologies 66 k€
- Veniam 51 k€
- IEEE 35 k€
- Ministério da Defesa 27 k€
- Vmuse 27 k€
- Thales Alenia Space France 25 k€

As principais fontes de subsídios à exploração foram:

- FCT 2 307 k€
- Universidade de Aveiro 595 k€
- União Europeia 1 062 k€
- AdI 517 k€

Por sua vez, os custos de exploração totalizaram 6.076 k€, de que se destacam:

- Pessoal (técnico e administrativo) 1 328 k€
- Investigadores próprios 296 k€
- Encargos de Gestão 37 k€
- Bolsas de estudo 1 906 k€
- Bolsas de missão 580 k€
- Bibliografia 199 k€
- Aquisição de materiais 297 k€

Em 2016 o IT esteve envolvido em 169 projetos, dos quais 48 com financiamento internacional. A mero título de exemplo incluem-se as descrições (em inglês) de projetos concluídos pelo IT no âmbito do fardamento para proteção de bombeiros e na medição de sinais biométricos de pessoal (nomeadamente bombeiro e motoristas de pesados) sujeito a situações de “stress”.

I-GARMENT - INTEGRATED SYSTEM FOR MANAGEMENT OF CIVIL PROTECTION UNITS

I-GARMENT developed full-bodied smart garments equipped with sensors to monitor position, vital signals (temperature and heart beat) of the agents. This information is sent via a wireless link to Civil Protection Officers in the HQ, processed and returned to the field officers equipped with PDAs and/or TabletPCs.

Main Research Team:

Nuno Borges Carvalho

Pedro Claro

Mário Santos

Patent Registry: No103 616 - "I-garment", April, 2007



MOTIVATION AND SCOPE

The field of disaster management is one where satellite communications plays an important role. Terrestrial networks can become unavailable due to the remote location of the event, or due to the destruc-

tion of infrastructure (often caused by the occurrence itself). Service overloads exist due to peaks of communication activity following disastrous events. Satellite communications provide the ideal communication technology since it is not affected by any of these factors. In fact, its geographical coverage, disaster-independent infrastructure and large bandwidth are all essential features to disaster management that terrestrial networks cannot guarantee. Nowadays, disaster management is an activity bound by communication constraints, be it communication between men and officers in the field, or between these and the HQ of operations. Every so often lives are lost and people get injured due to:

- The unavailability of communication channels that could warn of an incoming threat;
- A lack of information as to the whereabouts of the men fighting the emergency;
- Even when communications are available - the impossibility of sending graphical information.

The project developed a service for the Portuguese Civil Protection to accurately and effectively manage the human resources on the field in near real-time, guaranteeing the service will work even when terrestrial communications are unavailable. The service address the need to know where each member of the force is during an emergency and their health condition, allow-



Figure 1 - Prototype tests.

Figure 2 - Garment Design.

ing replacements to be organized in a timely fashion and teams to be moved according to the operational needs of the situation. IT was the responsible entity for the design of the overall communication system.

FEATURES

The system consists of four main components: the garment, sensor and data acquisition infrastructure, telecommunications and software.

The fire-fighting garment is made with the latest and most sophisticated materials available to provide proper protection in hazardous situations, with special emphasis on user comfort and mobility.

Tightly integrated with the garment will be an array of sensors, telecommunication, localization, alert and processing hardware capable of collecting the status and position of the fire-fighter and transmitting it wirelessly and in real time to a data collecting computer installed in local Operational Field Vehicles (OFV).

Besides providing a means to collect data from the garments, the telecommunication system allows the data to be transmitted from the local OFV to the main servers located in the management centre. This is carried out with the use of satellite transmission, making the data available from virtually anywhere there might be a fire situation, without the need for further communication infrastructure.

The main pieces of developed software are the data collecting servers and an application where both field and centre managers can analyze the data from all the fire-fighters in real-time, enabling them to make fast decisions based on their status and position. The application will feature geographical information data to complement the data collected from the garments.

EXPECTED MAIN BENEFITS

Since in Civil Protection emergency operations the terrestrial networks are often unavailable due to either traffic congestion, the remoteness of the location or the destruction of the antennas (specially in forest fires, floods and earthquakes), I-GARMENT will guarantee a permanent availability of service through satellite communication. The system is designed to be able to work across telecommunication systems, both terrestrial and satellite. In this way, the system will be available anytime, anywhere.

The potential markets for this development are Civil Protection agents such as police, firemen and mobile health response teams, as well as private security companies where accurate positioning for effective resource management is a critical issue. The service has to be available anywhere, anytime, independent from the availability of a terrestrial network.)(

nbcvalho@ua.pt

Pedro Claro, Nuno Borges Carvalho; "Telecommunication System for the I-GARMENT Project"; IEEE Wireless Rural and Emergency Communications Conference Proceedings, 2007, Rome.

PARTNERS: MIGUEL RIOS DESIGNERS, V-DREAMS, PROTECÇÃO CIVIL
 FUNDING: EUROPEAN SPACE AGENCY

VR

Vital Responder: Monitoring Stress Among First Responder Professionals

The main goal of this project is to provide secure, reliable and effective first-response systems in critical emergency scenarios. To achieve this, an interdisciplinary team with expertise in areas such as wearable technology for vital signs, biomedical signal processing, sensor networks and RF Location/Intelligent buildings was formed.

Vital Responder



PROJECT WEBSITE URL
http://www.it.pt/project_detail_p.asp?ID=1624
<http://www.vitalresponder.pt/>

Main Project Team

João Paulo Silva Cunha (PI)
 Nuno Borges de Carvalho
 João Paulo Silva Cunha (PI)
 Nuno Borges de Carvalho

João Barros
 Miguel Coimbra
 Verónica Orvalho
 Luís Meireles
 Priya Narasimhan

Burku Akinci
 Vijayakumar Bhagavatula (Co-PI)
 Eduardo José Nunes Dias
 Fábio André Farama Marques

Funding Agencies

Fundação Para a Ciência e a Tecnologia / CMU	520 000€
Start Date	01-2009
Ending Date	12-2012

Indicators

Journal Papers	3
Conference Papers	28
Patents	3
Concluded PhD	1
Concluded MSc	9

Two Main Publications

C. Ye, B.V.K. Vijaya Kumar, M. Coimbra. "Heartbeat Classification using Morphological and Dynamic Features of ECG Signals". IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 59, 10, Oct. 2012, pp. 2930-2941.
 Ribeiro D.D., Fu L.S., Carlos L.D., Cunha J.P.S. "A Novel Dry Active Bio-signal Electrode based on an Hybrid Organic-inorganic Interface Material". IEEE Sensors Journal, October 2011, 11(10):2241-2245.



Fig. 1 Firefighters are exposed to extreme levels of stress and fatigue during their routine work.



Fig. 2 Some of the wearable technologies developed and expanded during the Vital Responder Project.

A first responder is a person trained to intervene in emergency situations in order to help the general population. More specifically, in the case of a firefighter, he is trained to perform under dangerous and high-pressure situations that are both physically and psychologically demanding, such as forest fires or vehicular accidents. However, studies have shown that these professionals have the highest occupational fatality rates in the US, mainly due to cardiovascular problems. This motivates the need for new systems and technologies capable of monitoring in real time, the physiological signals and the behavior patterns of these professionals, in order to assess their stress and fatigue levels.

With the goal of providing a first response monitoring system on critical emergency scenarios, the Vital Responder project was created and it is carried out in the scope of the Carnegie Mellon Portugal Program, funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology. It is based on a wearable shirt (Vital Jacket) that can continuously collect electrocardiogram, accelerometers and GPS signals, which are sent to a base station in real time, in order to be analyzed. Our question is simple: Can we exploit our capacity to gather, transmit, process and display these vital signs in order to improve our ability to monitor the fatigue and stress levels of firefighters in action, giving them better tools to manage their health?

The Vital Responder is an international cooperation effort between Instituto de Telecomunicações, IEETA/University of Aveiro (Principal Contractor), Carnegie Mellon University (USA) and BioDevices SA, the Porto-based company that created the Vital Jacket technology used.

Some of the successful achievements of this project include: two firefighting institutions were engaged (Bombeiros Voluntários de Amarante and Bombeiros Sapadores de Vila Nova de Gaia) with whom we performed all required field studies and prototype deployment and testing; the creation of novel sensing technology adequate for harsh environments such as a new Vital Jacket that is adequate for firefighters or a helmet that can measure altitude and carbon monoxide levels; the development of adequate wireless transmission strategies that can cope with the large distances and long recording times of vital signs during real events; novel research into in-building localization using multi-channel transmission; the development of a data collection and annotating system used during real events that has gathered so far more than 5 000 hours of vital signs of firefighters in action; and novel research into vital sign signal processing and health assessment such as individual-adaptable arrhythmia detectors for wearable Electrocardiogram (ECG) systems.

All these results paint a bright picture for future health monitoring systems, even in very harsh environments such as firefighters in action.

11 Referências

- [1] Caderno de encargos do sistema SIRESP
- [2] Contrato relativo à concepção, projecto, fornecimento, montagem, construção, gestão e manutenção do SIRESP, 4-Jul-2006
- [3] Norma ETSI para sistemas TETRA Release 1, ETSI EN 300 392-2 V2.3.2 (2001-03), Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI)
- [4] Norma ETSI, ETSI TR 102 021-4 V1.4.1 (2011-08), Terrestrial Trunked Radio (TETRA); User Requirement Specification TETRA Release 2.1; Part 4: Air Interface Enhancements
- [5] TETRAPOL, http://www.tetrapol.com/downloads/publicly_available_specifications/
- [6] Relatório de desempenho da Rede SIRESP, Incêndio de Pedrógão Grande 17 a 22 Junho de 2017
- [7] Jonathan Alexander Boan, *"Radio Propagation in Fire Environments"*, Tese de doutoramento na Universidade de Adelaide, Austrália, 2009.
- [8] INMARSAT, <https://www.inmarsat.com/unified-communications-security-needs-vvips/>
- [9] INMARSAT, <https://www.inmarsat.com/service/bgan/>

Anexo 1 – Simulação da cobertura rádio

Utilizou-se o modelo de propagação rádio *Irregular Terrain (Longley-Rice)*, que apresentou os melhores resultados tendo em consideração a orografia da região. O modelo foi afinado tendo por base medidas de nível de sinal obtidas por avaliação experimental (*in-situ*). Considerou-se uma estimativa de 60% de cobertura irregular, raio máximo de 58 km, potências emitidas ou aparente radiadas (PAR) e frequências consignadas a cada estação base de acordo com a Tabela 1. Foi ainda considerado uma antena dipolo com diversidade espacial na estação base e uma antena dipolo simples na estação móvel a uma altura de 1,5 m em relação ao solo.

A título meramente ilustrativo, as Figura 19, Figura 20, Figura 21 apresentam resultados da previsão de cobertura das estações base de Cabeço do Pião, Malhadas e Figueiró dos Vinhos.

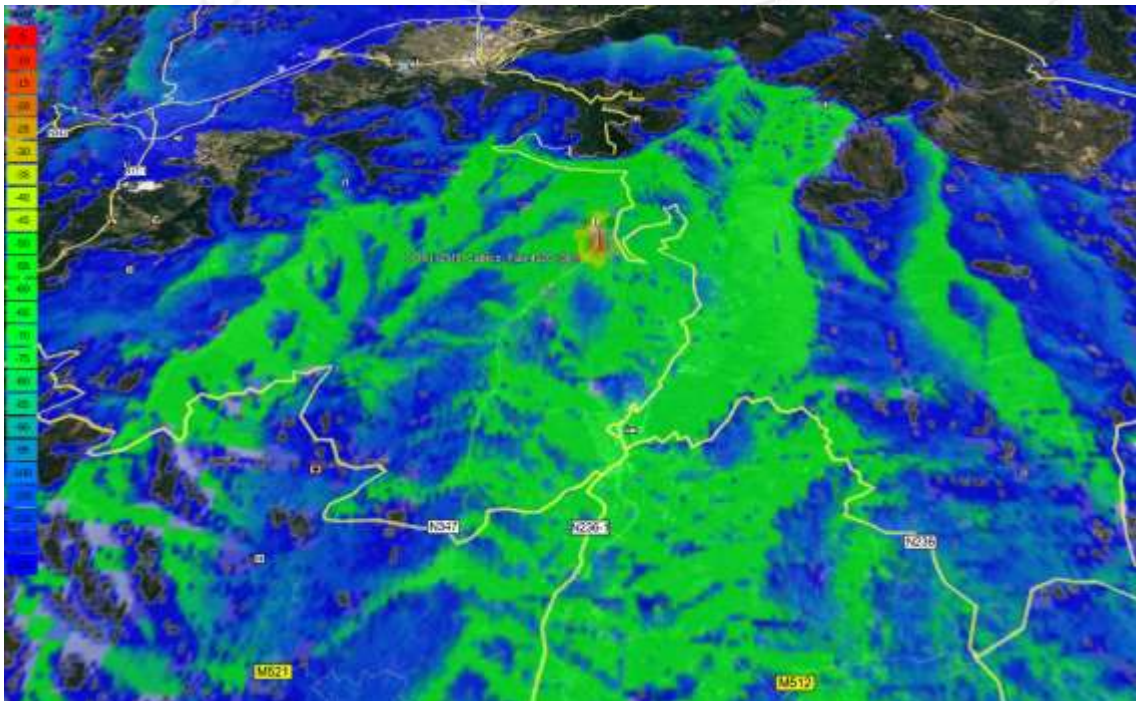


Figura 19 - Simulação de cobertura da estação base do Cabeço do Pião.

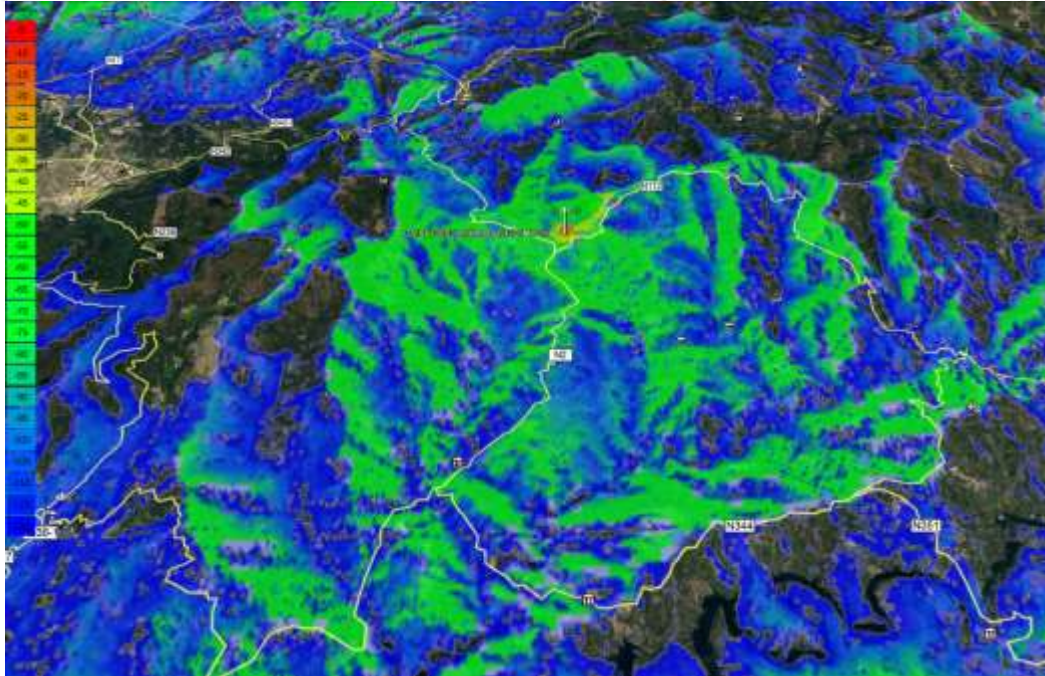


Figura 20 Simulação de cobertura da estação base de Malhadas.

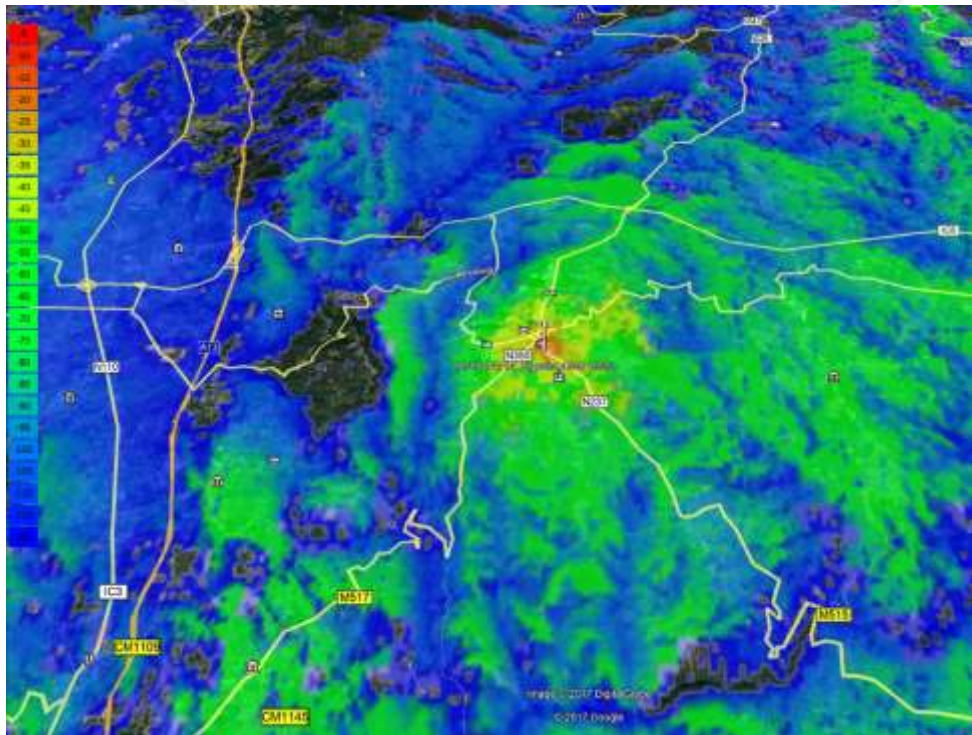


Figura 21 Simulação de cobertura da estação base de Figueiró dos Vinhos.

A aferição destes modelos foi feita por comparação, com resultados de medidas nas vias de comunicação fornecidos pela SIRESP, SA e nas medidas realizadas pelo IT



Figura 22 Aferição do modelo de previsão de cobertura, estação base do Pedrogão Grande.

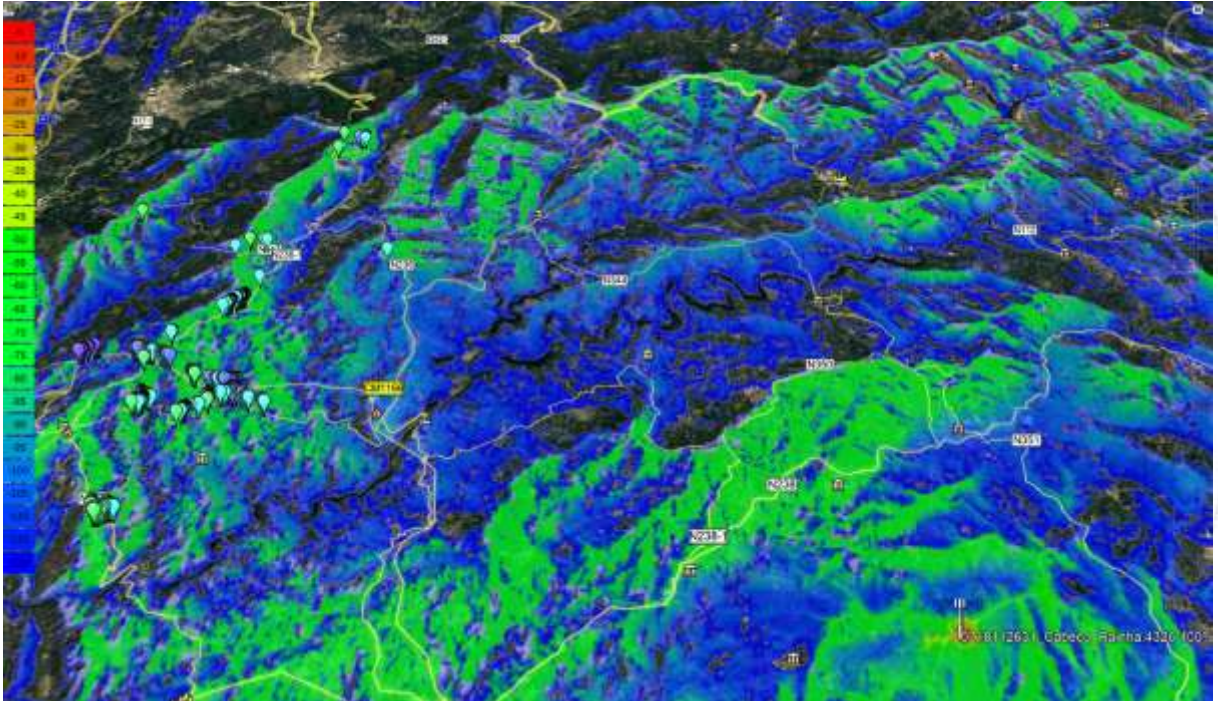


Figura 23 - Aferição do modelo de previsão de cobertura, estação base do Cabeço da Rainha.

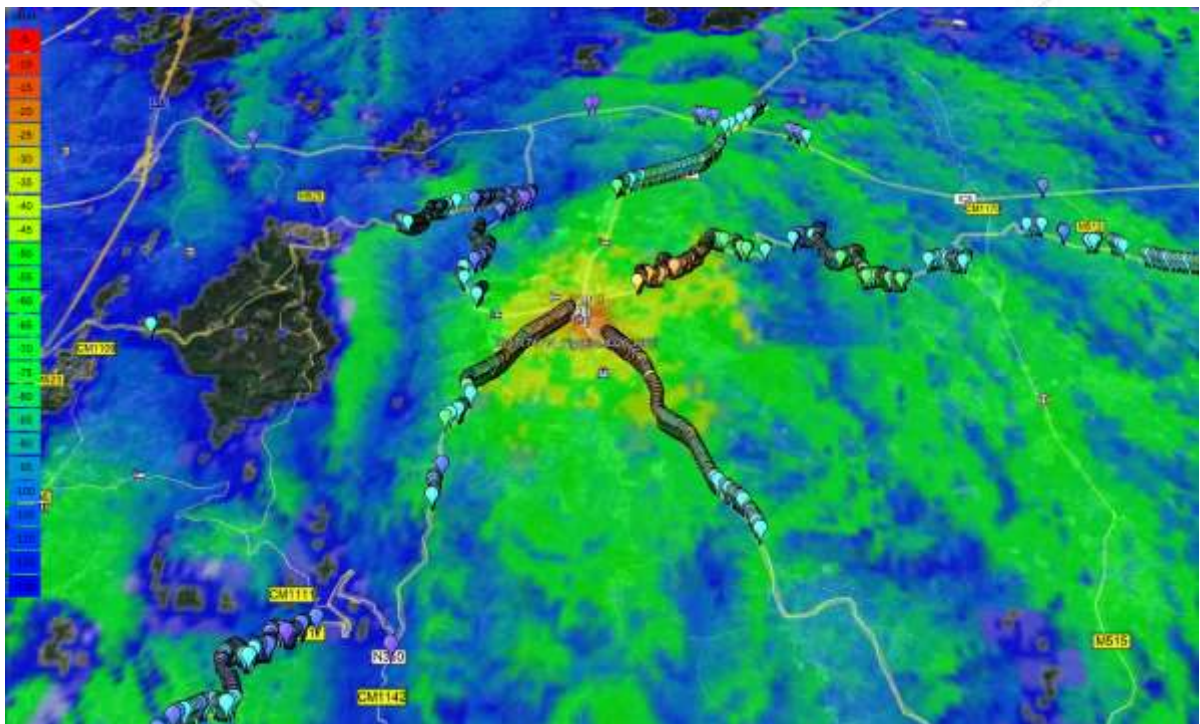
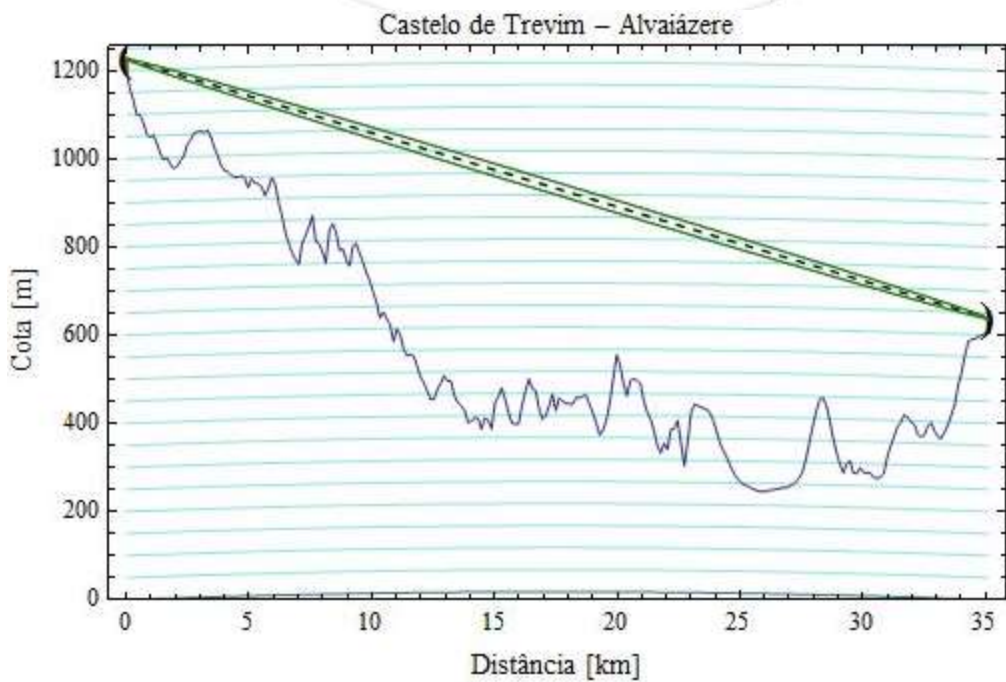
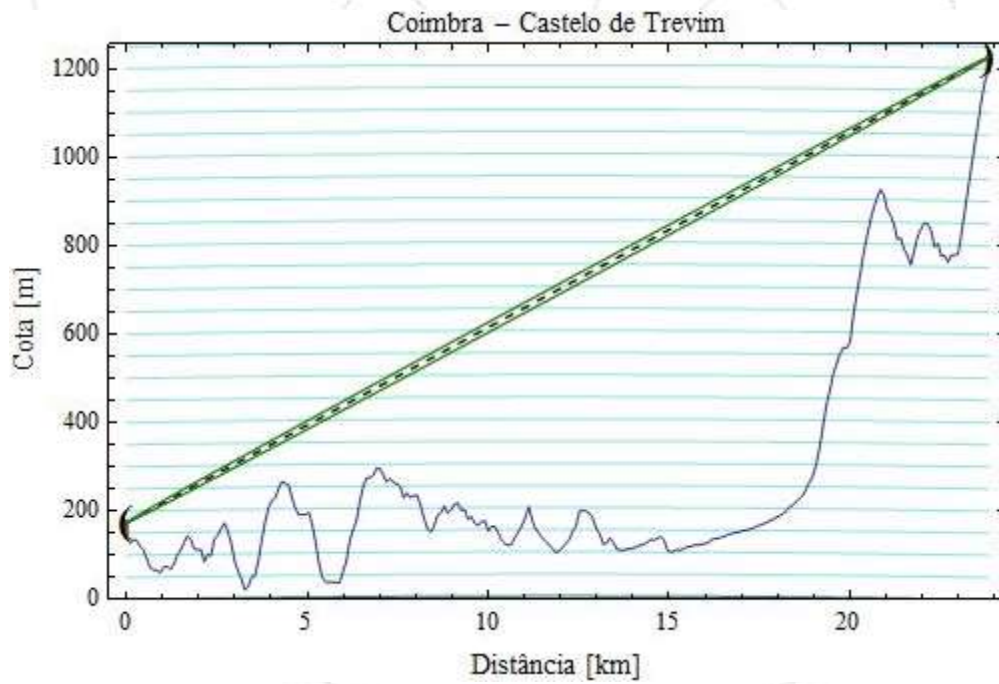
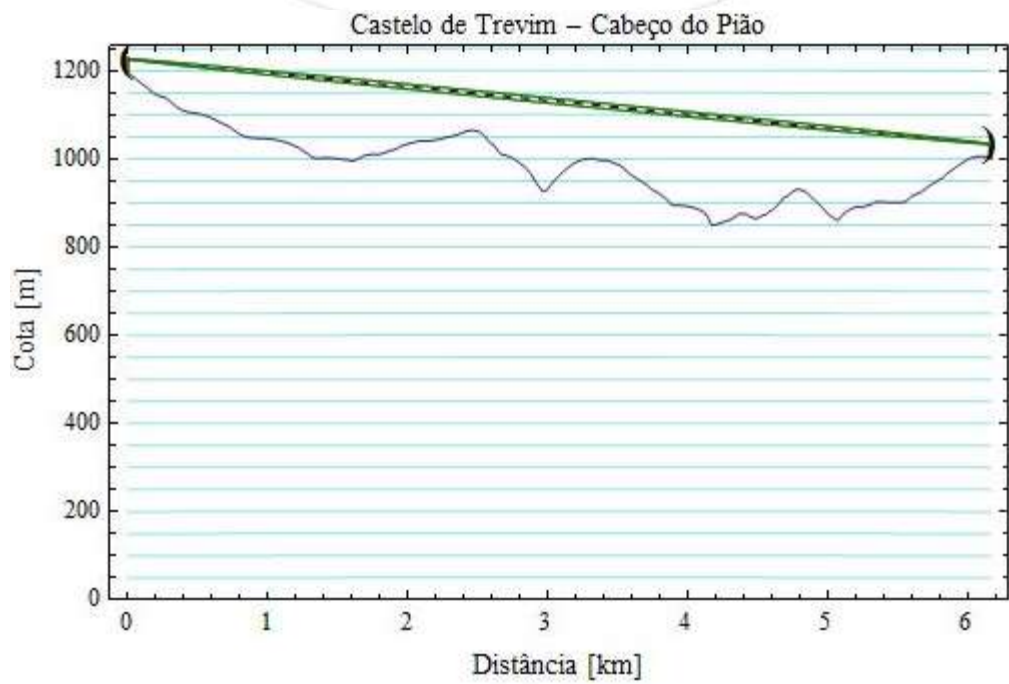
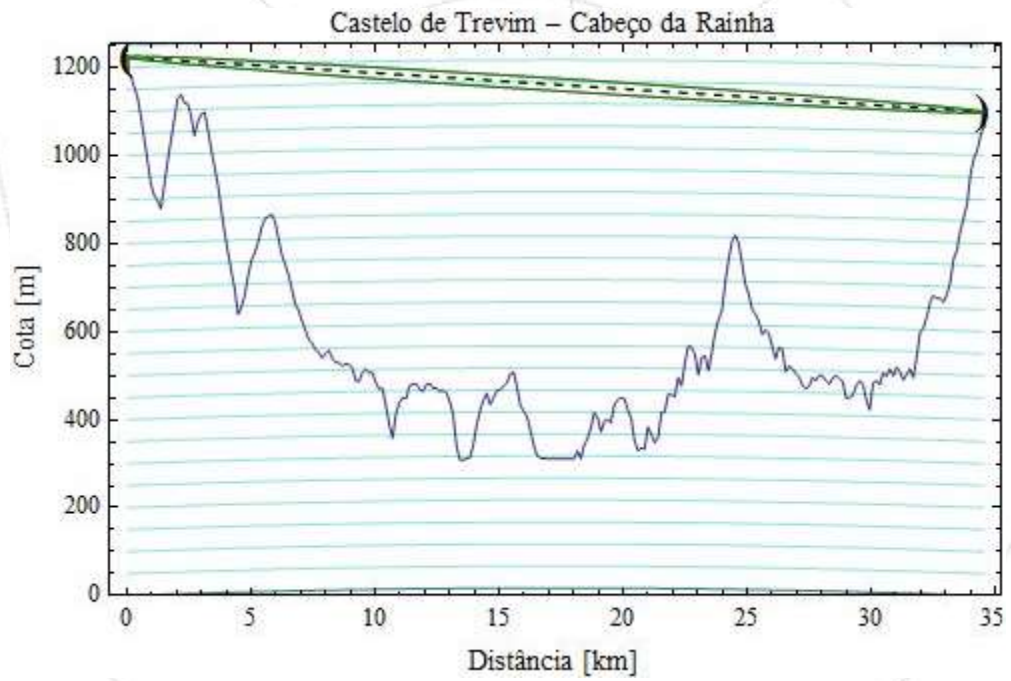


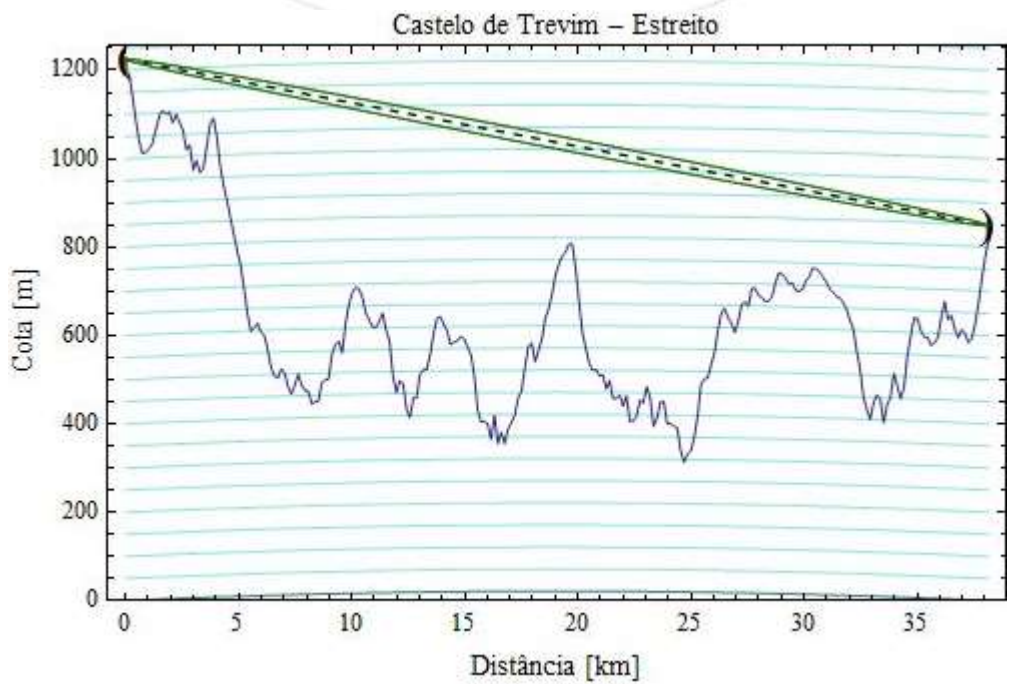
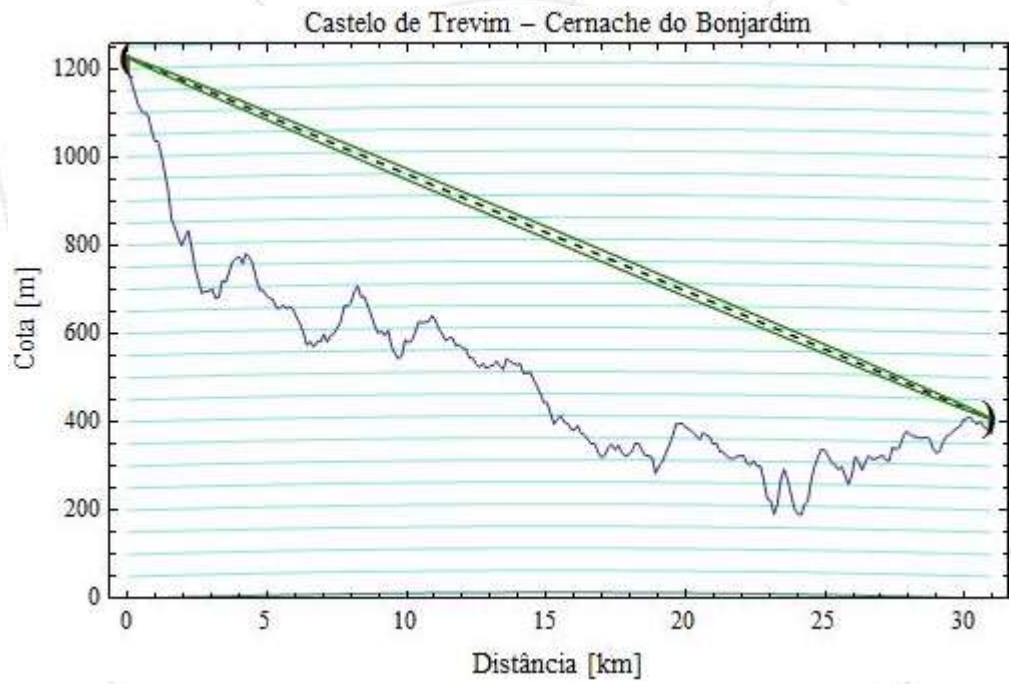
Figura 24 Aferição do modelo de previsão de cobertura, estação base de Figueiró dos Vinhos.

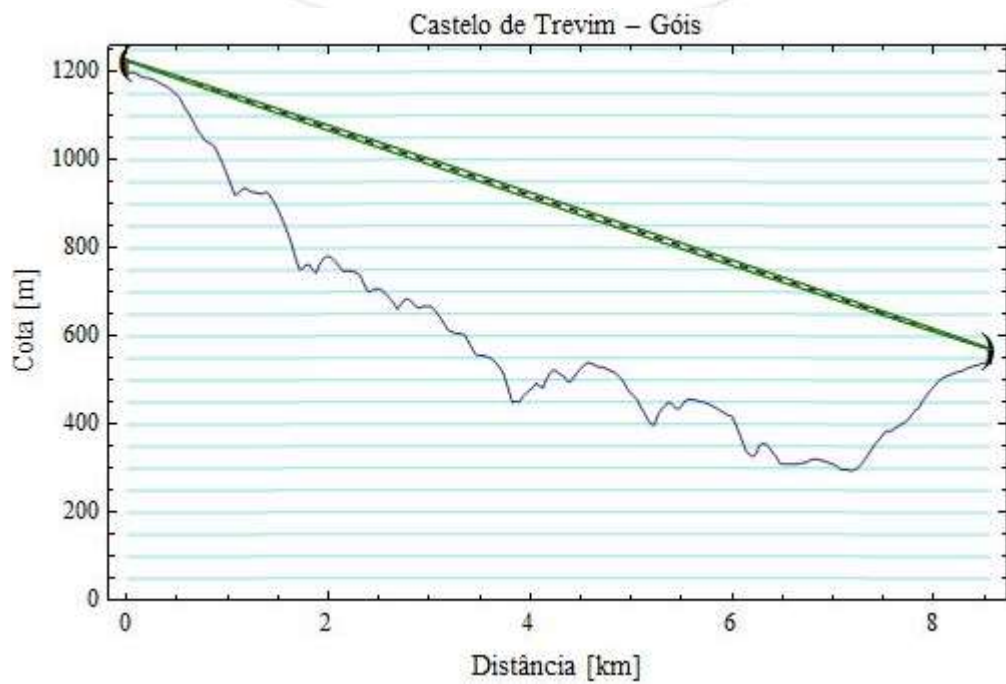
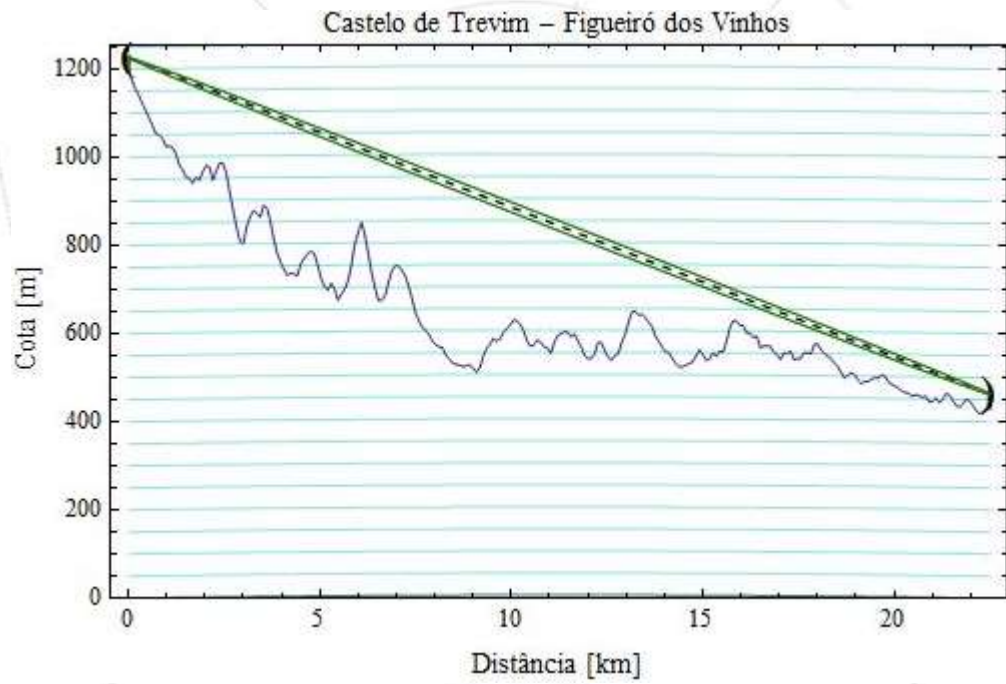
Anexo 2 – Feixes Hertzianos

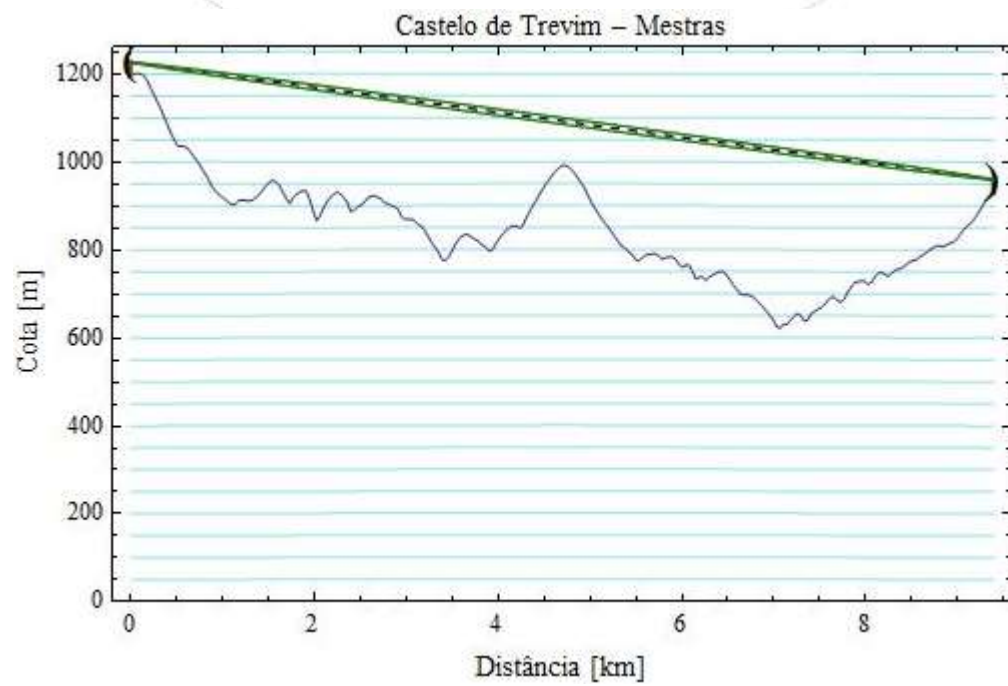
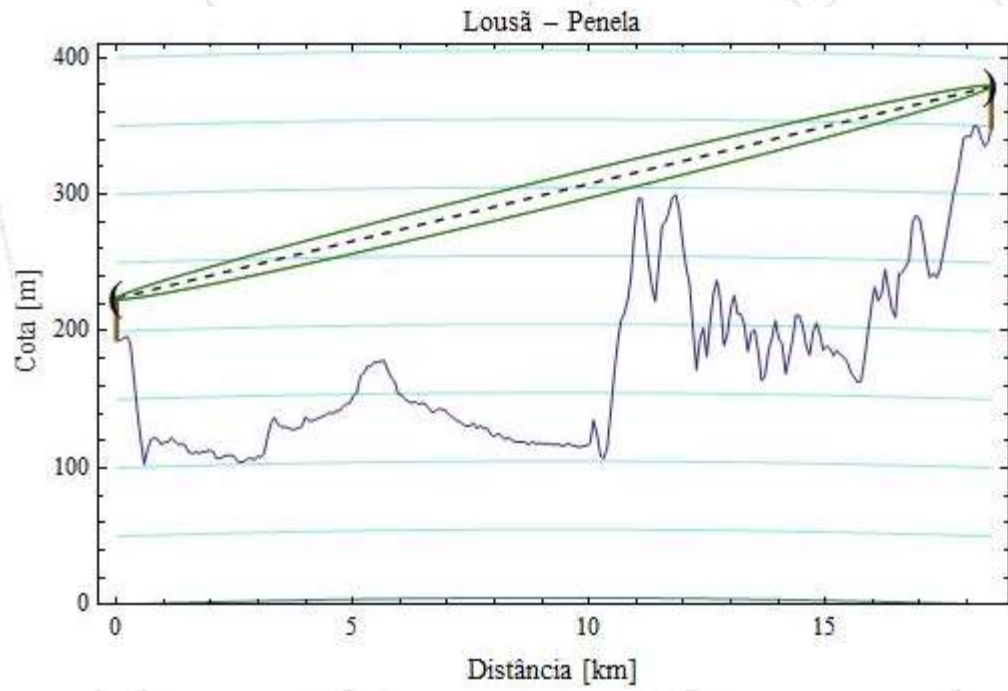
Perfis usados para a configuração da rede de redundância de cabos por feixes Hertzianos

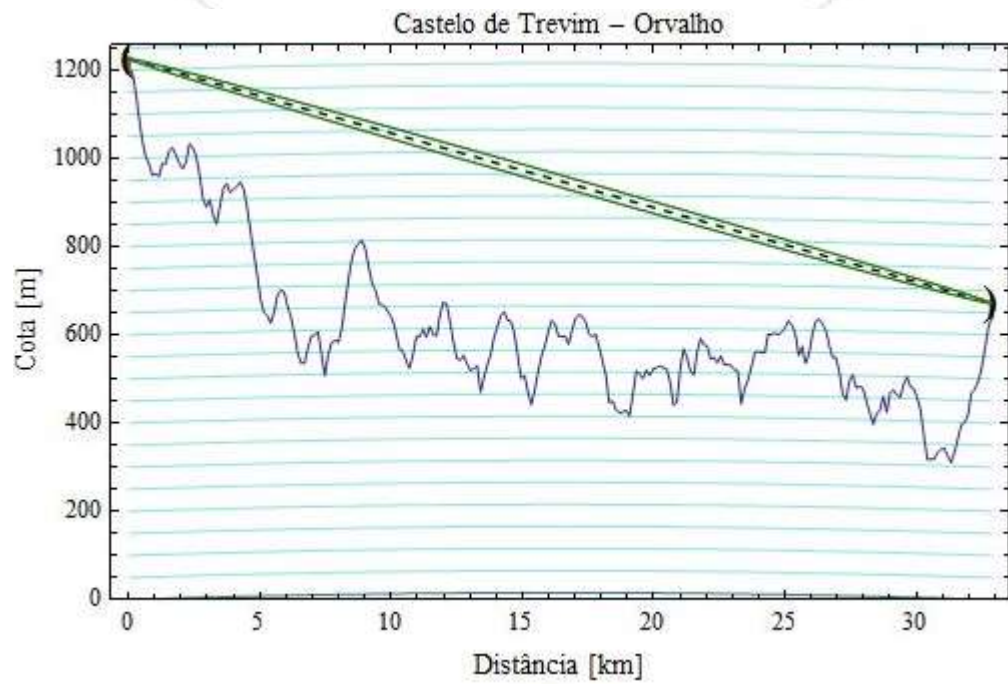
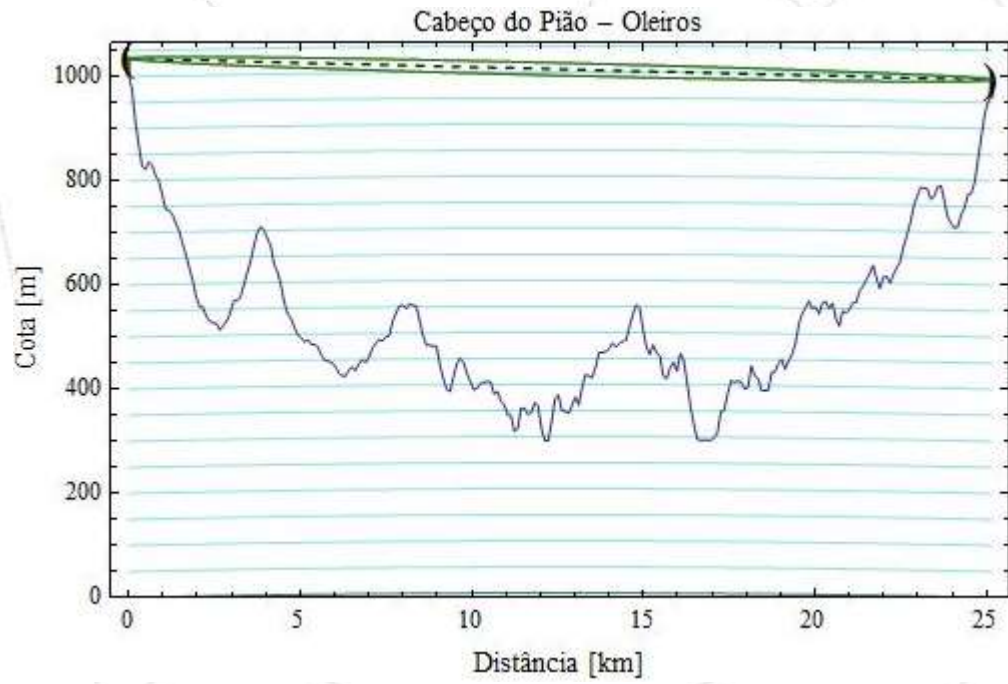


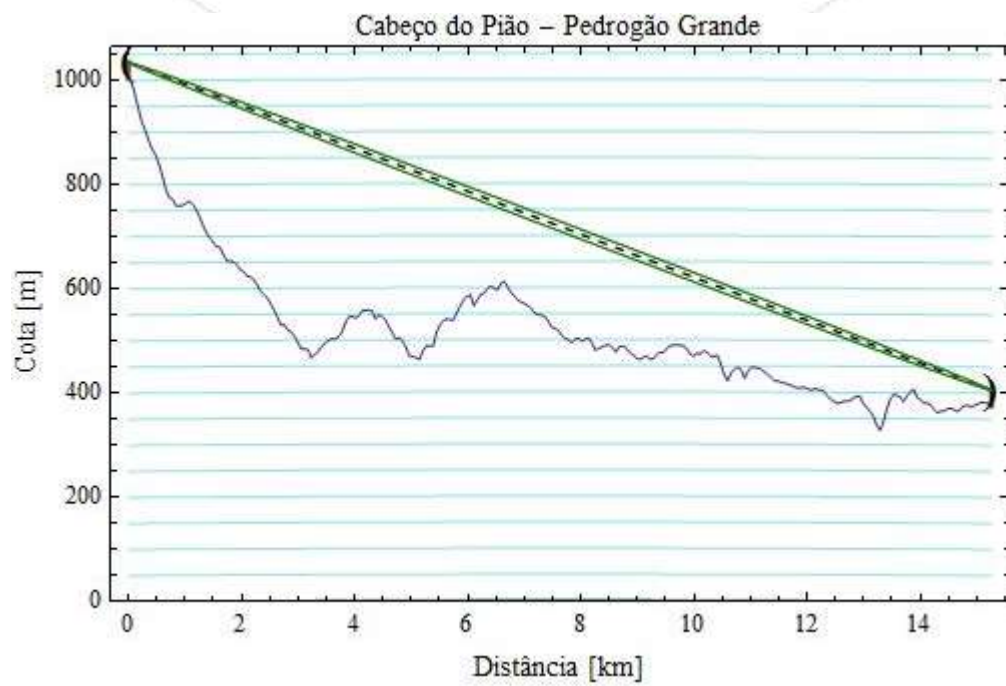
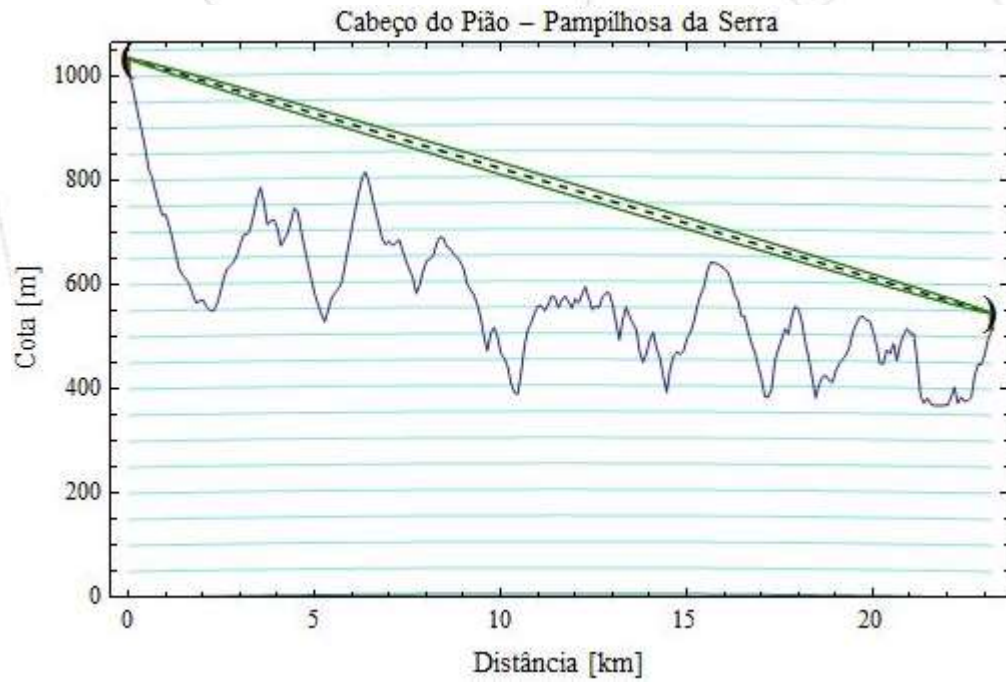


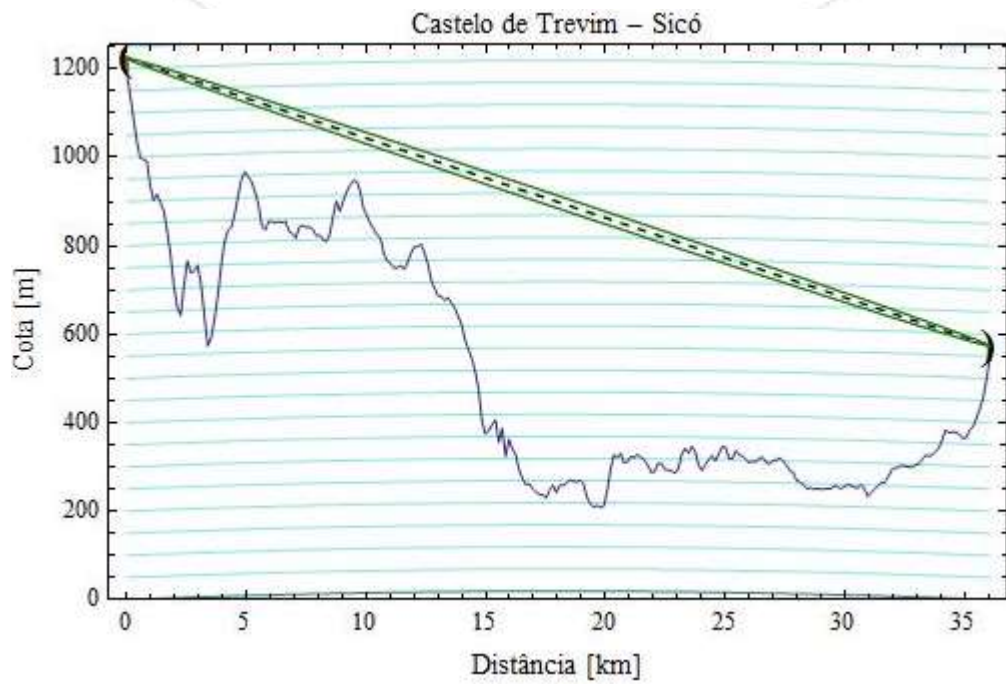
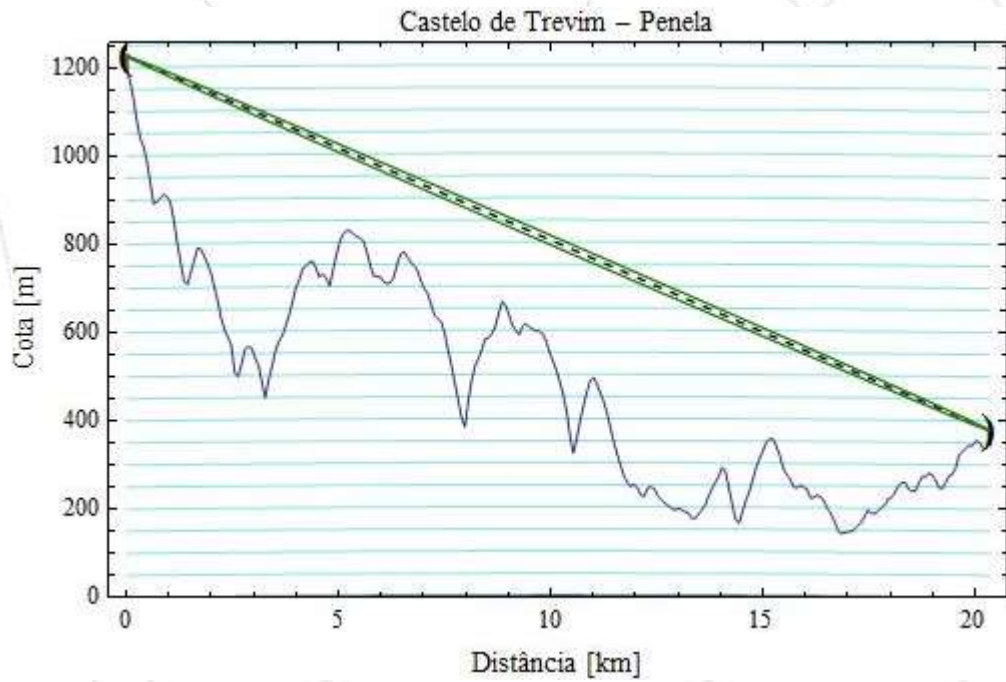




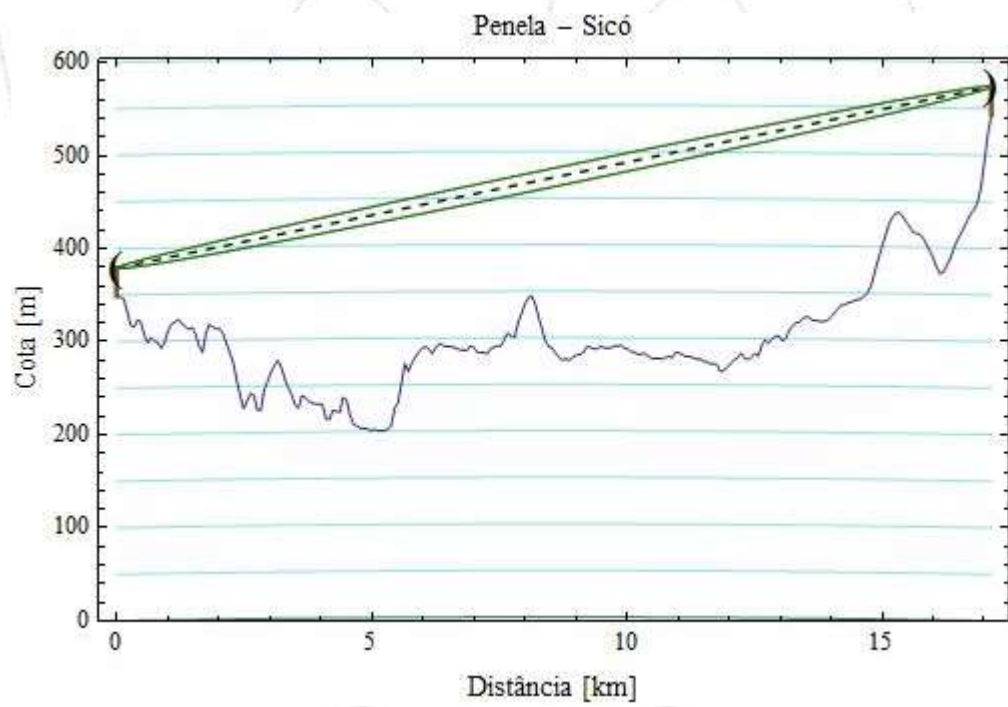


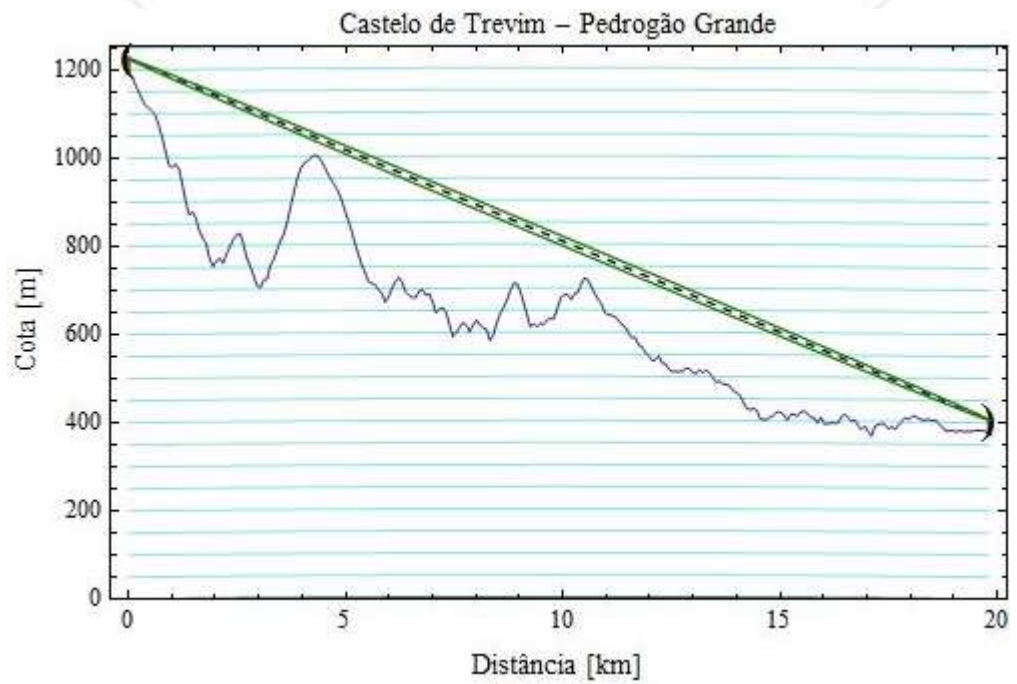
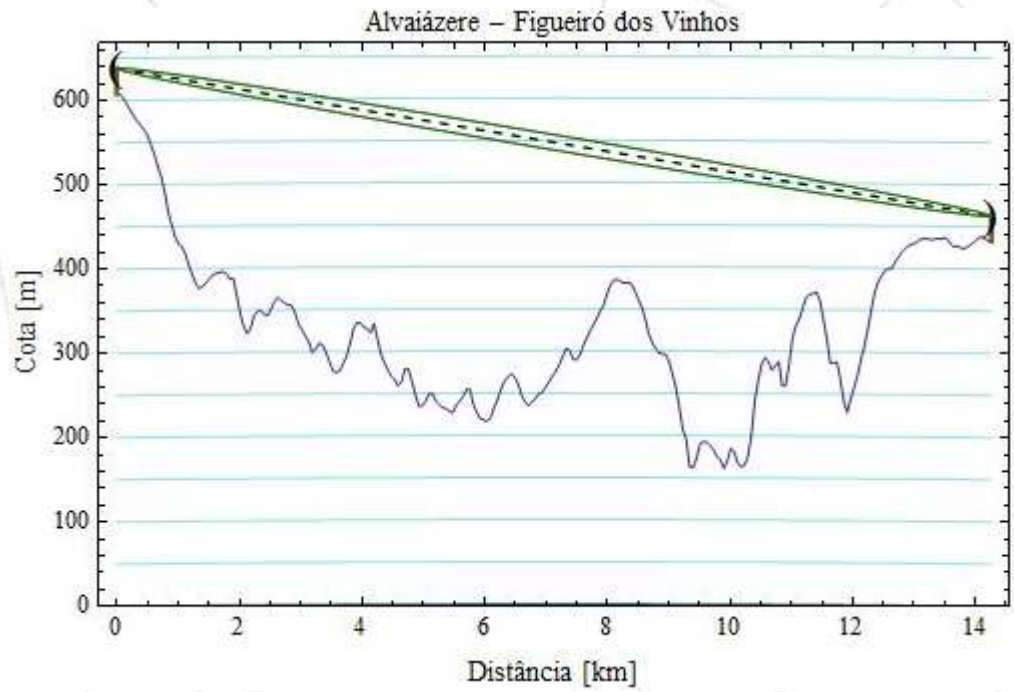


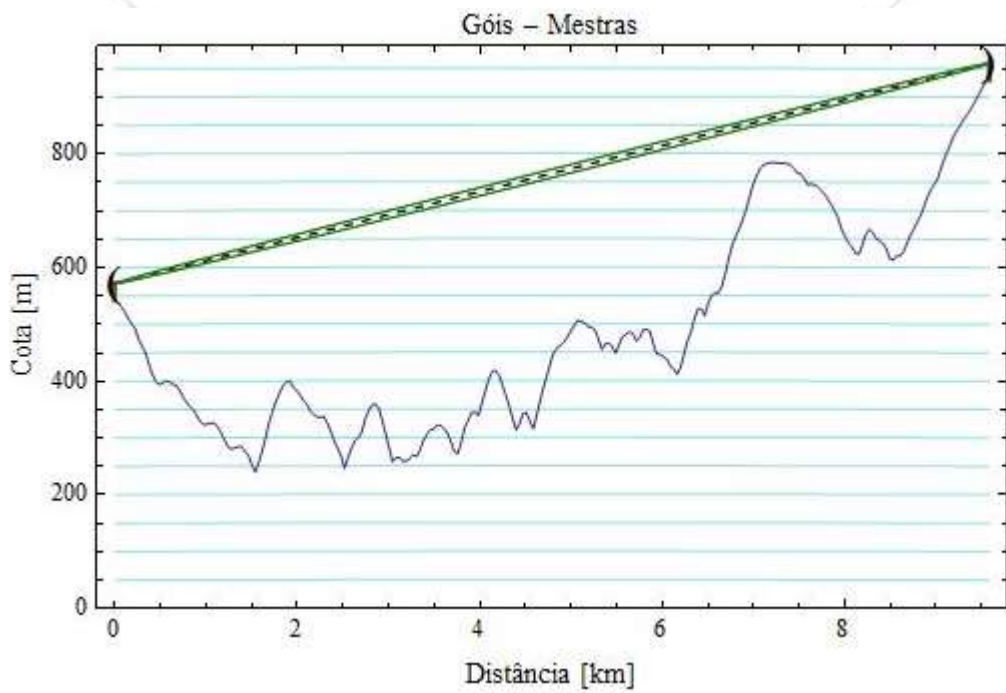
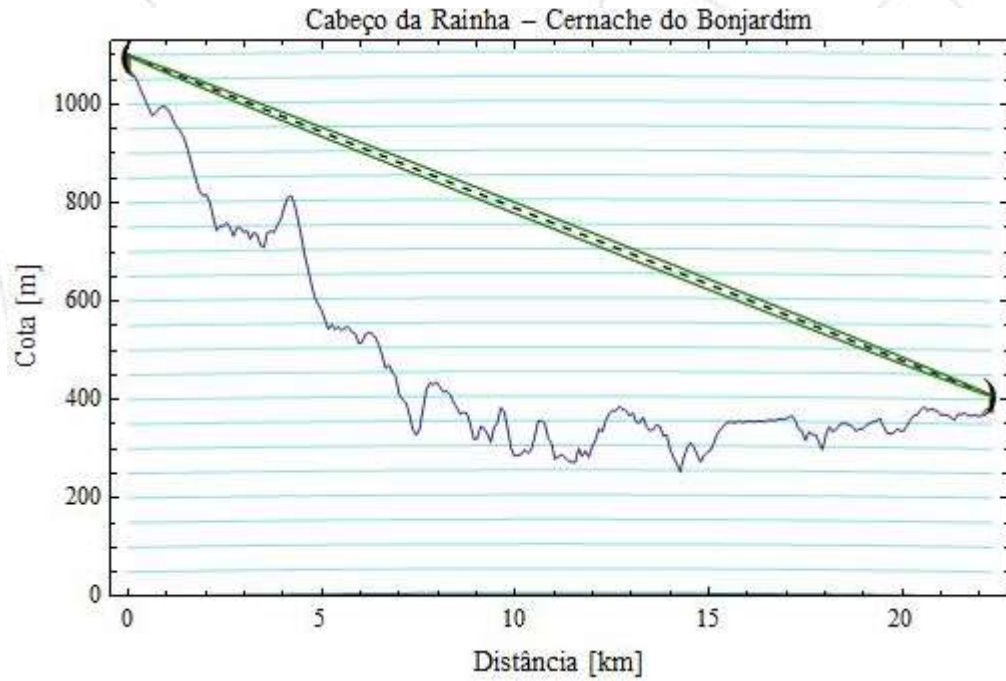


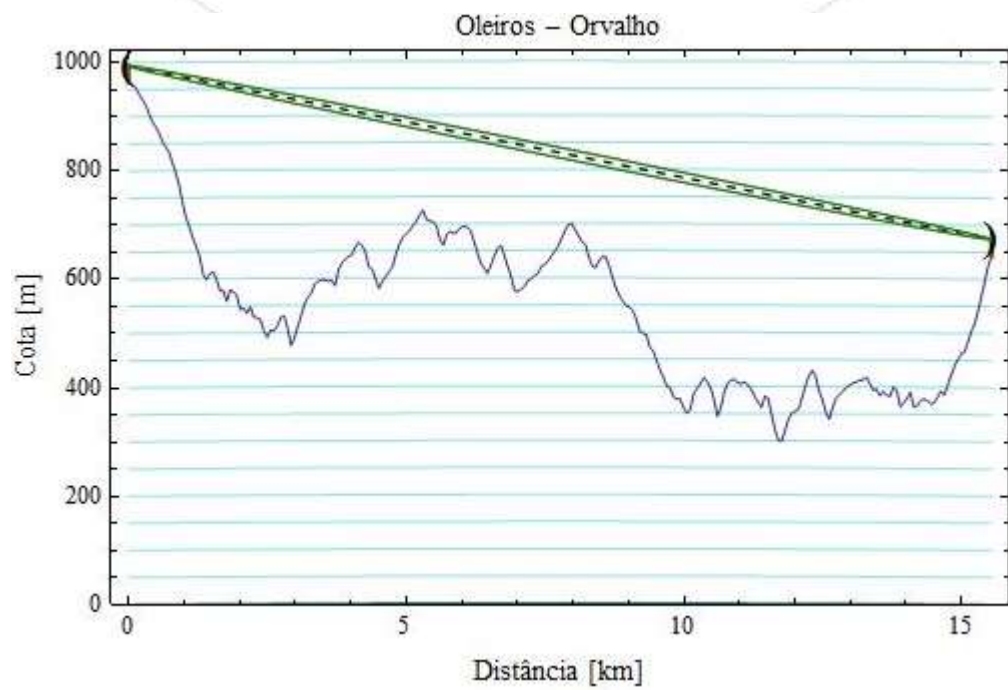
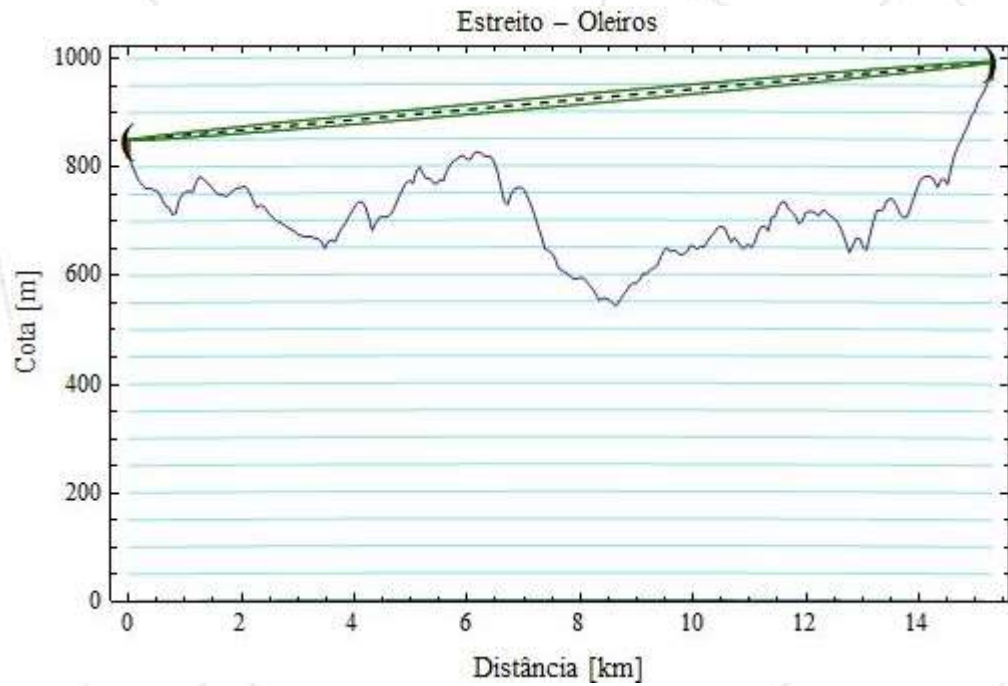


Perfis para o caso ligações por feixe Hertziano com redundância por feixes Hertzianos









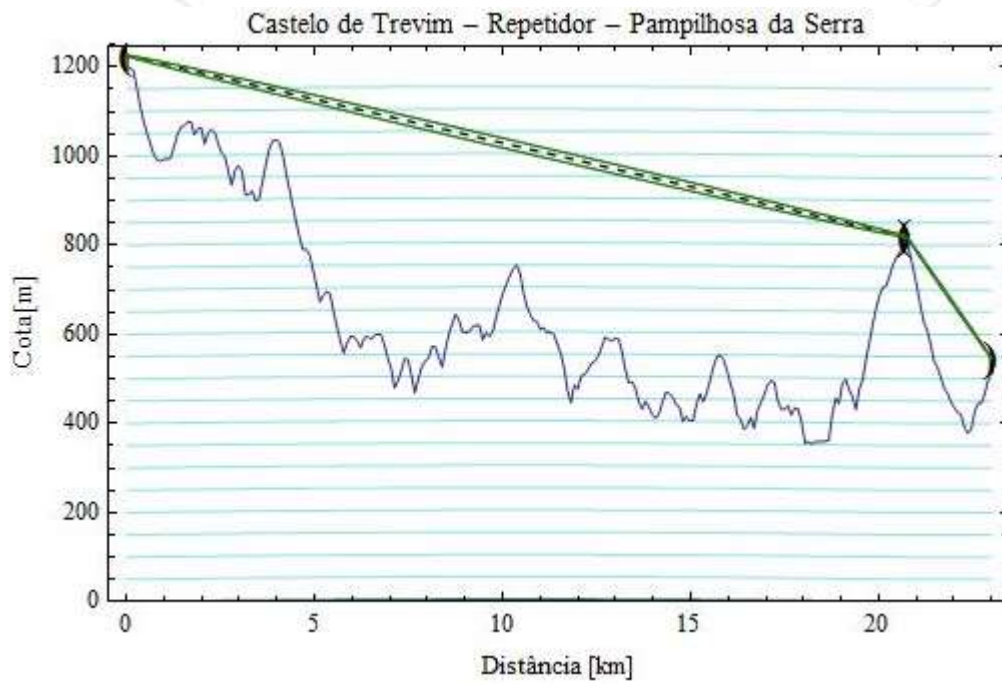
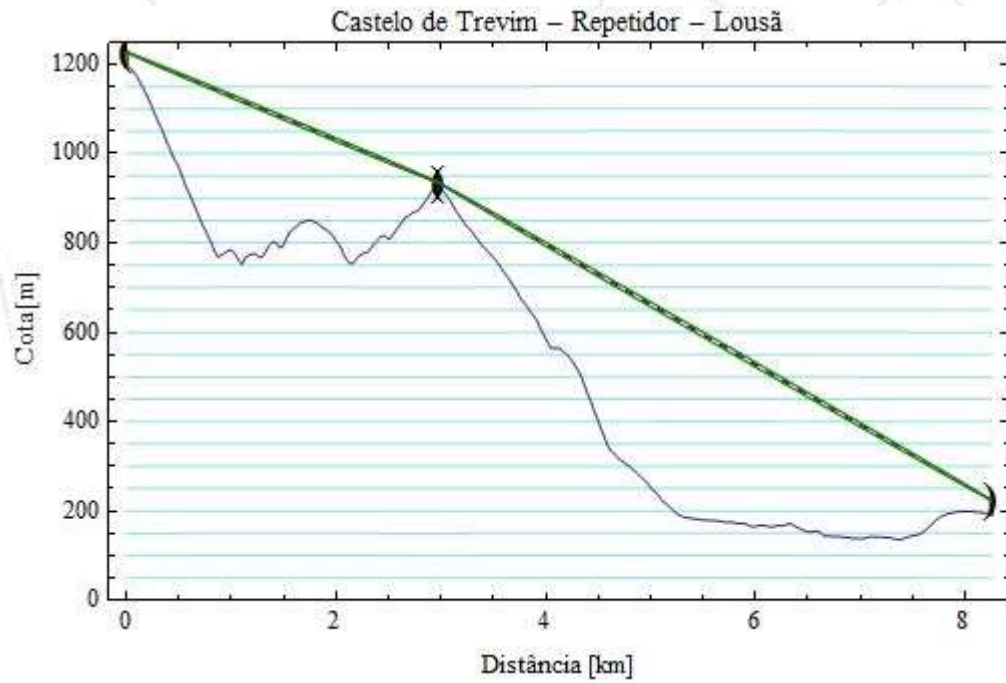


Tabela 3 - Cálculo das margens de segurança para a faixa de frequências de 13 GHz

Feixes Hertzianos	d (km)	p_e (W)	d_a (m)	Mastros (m)	f_b (Mb/s)	f_c (GHz)	LB (MHz)	Modulação	Margem de Segurança (dB)
Coimbra – Castelo de Trevim	23,8	0,5	1,0	30	34	13	14,0	8-PSK	8,4
Castelo de Trevim - Alvaiázere	35,1	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	5,8
Castelo de Trevim - Cabeço da Rainha	34,5	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	6,2
Castelo de Trevim - Cabeço do Pião	6,2	0,5	0,6	30	8	13	3,5	8-PSK	39,8
Castelo de Trevim - Cernache do Bonjardim	30,9	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	9,2
Castelo de Trevim - Estreito	38,2	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	3,6
Castelo de Trevim - Figueiró dos Vinhos	22,5	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	17,4
Castelo de Trevim - Góis	8,6	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	41,8
Lousã -Penela	18,6	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	22,2
Castelo de Trevim - Mestras	9,4	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	39,2
Cabeço do Pião - Oleiros	25,2	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	14,4
Castelo de Trevim - Orvalho	32,9	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	7,6
Cabeço do Pião - Pampilhosa da Serra	23,2	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	16,6
Cabeço do Pião - Pedrogão Grande	15,3	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	27,2
Castelo de Trevim - Penela	20,3	0,5	0,6	30	2+2 (V+H)	13	3,5+3,5	BPSK	20,0
Castelo de Trevim - Sicó	36,1	0,5	0,6	30	2	13	3,5	BPSK	5,2

Tabela 4 - Cálculo das margens de segurança para a faixa de frequências de 15 GHz

Feixes Hertzianos	d (km)	p_e (W)	d_a (m)	Mastros (m)	f_b (Mb/s)	f_c (GHz)	LB (MHz)	Modulação	Margem de Segurança (dB)
Coimbra – Castelo de Trevim	23,8	0,5	0,8	30	34	15	14,0	8-PSK	4,7
Castelo de Trevim - Alvaiázere	35,1	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	10,9
Castelo de Trevim - Cabeço da Rainha	34,5	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	11,3
Castelo de Trevim - Cabeço do Pião	6,2	0,5	0,8	30	8	15	3,5	8-PSK	45,2
Castelo de Trevim - Cernache do Bonjardim	30,9	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	14,4
Castelo de Trevim - Estreito	38,2	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	8,6
Castelo de Trevim - Figueiró dos Vinhos	22,5	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	22,8
Castelo de Trevim - Góis	8,6	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	47,4
Lousã -Penela	18,6	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	27,7
Castelo de Trevim - Mestras	9,4	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	44,9
Cabeço do Pião - Oleiros	25,2	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	19,7
Castelo de Trevim - Orvalho	32,9	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	12,7
Cabeço do Pião - Pampilhosa da Serra	23,2	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	22,0
Cabeço do Pião - Pedrogão Grande	15,3	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	32,8
Castelo de Trevim - Penela	20,3	0,5	0,8	30	2+2 (V+H)	15	3,5+3,5	QPSK	25,5
Castelo de Trevim - Sicó	36,1	0,5	0,8	30	2	15	3,5	QPSK	10,3

Anexo 3 – Ligações via satélite

1. INMARSAT

No caso da INMARSAT existem várias configurações possíveis de utilização em situações de catástrofe e emergências³, como sejam:

1.1. L-TAC

A opção L-TAC foi projetada com os soldados em mente para fornecer comunicações móveis robustas e de baixo custo além da linha de visão (BLOS).

O serviço fornece uma capacidade de satélite tático semelhante a UHF para uso com rádios militares existentes, sem a necessidade de modificar hardware de rádio, para usuários a pé ou em veículos se comunicarem em movimento.

1.2. Low Profile BGAN (Broadband Global Area Network)

Outra das hipóteses é utilizar a opção LP-BGAN, na qual se pode utilizar uma antena plana para fornecer comunicações IP de alta velocidade.

³ Mais informação em <https://www.inmarsat.com/government/global-government/emergency-services/>

1.3. BGAN (Broadband Global Area Network)

Solução mais standard da INMARSAT para aplicações de dados oferecendo comunicações simultâneas de voz e banda larga globalmente a partir de terminais de satélite pequenos e leves, esta opção permite ainda em situações táticas conectar o terminal BGAN a um PC portátil ou dispositivo inteligente usando ligações IP para acesso a uma rede de dados. As soluções comerciais permitem a escolha de uma variedade de taxas de IP de transmissão garantidas.

1.4. Custos Inerentes INMARSAT

Os custos inerentes destas soluções dependem dos pacotes negociados com o prestador de serviços via satélite.

As tabelas seguintes apresentam estes valores para subscrições individuais.

Monthly Inmarsat BGAN Plans 

Plan	Monthly Price	Included MB	Included Minutes	Overage MB	Voice	SMS	Minimum Duration
inmarsat Flex Airtime	\$64.00	5	0		\$0.99		12 Months
inmarsat Standard	\$71.50	5	0	\$6.75	\$0.99	\$1.00	12 Months
inmarsat Geographical Zone 7MB	\$71.50	7	0	\$4.25	\$0.99	\$1.00	12 Months
inmarsat 120MB	\$99.99	10	0	\$2.99	\$0.99	\$0.45	12 Months
inmarsat Ecom 200MB	\$125.00	20	0	\$3.40	\$0.99	\$0.95	3 Months
inmarsat 500MB	\$279.99	50	0	\$5.28	\$0.99	\$1.00	6 Months
inmarsat 1000MB	\$442.00	100	30	\$5.10	\$0.99	\$1.00	12 Months
inmarsat High 250MB	\$284.00	750	750	\$4.50	\$0.99	\$1.00	12 Months
inmarsat Global 30 GB Unlimited	\$4695.00	Unlimited	0		\$0.99	\$1.00	3 Months
inmarsat Super 2000MB	\$6290.00	2000	300	\$3.15	\$0.99	\$1.00	12 Months

Monthly BGAN Link GEO Regional Plans

Available for listed countries only

Global Based Service	Term	Class of BGAN terminal accepted	Overage Cost	Monthly Fee
Inmarsat unlimited 12 Month Duration	12 Months	Class 1	\$0.00	\$1100.00
Inmarsat unlimited 3 Month Duration	3 Months	Class 1	\$0.00	\$300.00
Inmarsat unlimited 12 Month Duration	12 Months	Class 2	\$0.00	\$1450.00
Inmarsat unlimited 3 Month Duration	3 Months	Class 2	\$0.00	\$1750.00

Inmarsat BGAN Supplemental Services

The following services are available across the family of BGAN terminals and can be blocked at the users request. Not all terminals are capable of all services, please inquire with our sales team regarding which services you need. SDN and Streaming IP (30-650 kbps) are commonly used for media broadcasters for transmitting and receiving live video and audio.

Service	Price
Fax	\$6.00/min
ISDN/3.1kHz	\$6.00/min
32 kbps (Streaming IP)	\$2.66/min
64 kbps (Streaming IP)	\$6.08/min
128 kbps (Streaming IP)	\$10.46/min
175 kbps (Streaming IP)	\$14.74/min
256 kbps (Streaming IP)	\$18.04/min
490 kbps Xstream (Streaming IP)	\$21.88/min
650 kbps HDR Half Channel 64 kbps uplink	\$15.47/min
650 kbps HDR Half Channel Symmetric	\$20.93/min
650 kbps HDR Full Channel 64 kbps uplink	\$23.92/min
650 kbps HDR Full Channel Symmetric	\$28.41/min

2. Thuraya

A constelação Thuraya⁴ é uma constelação de satélites que permite comunicações de dados e cobertura ininterrupta em dois terços do mundo.

O plano de cobertura da constelação Thuraya permite uma cobertura do território nacional, como se pode ver na figura seguinte.

⁴ Mais informação pode ser obtida em <http://www.thuraya.com/government-comms>

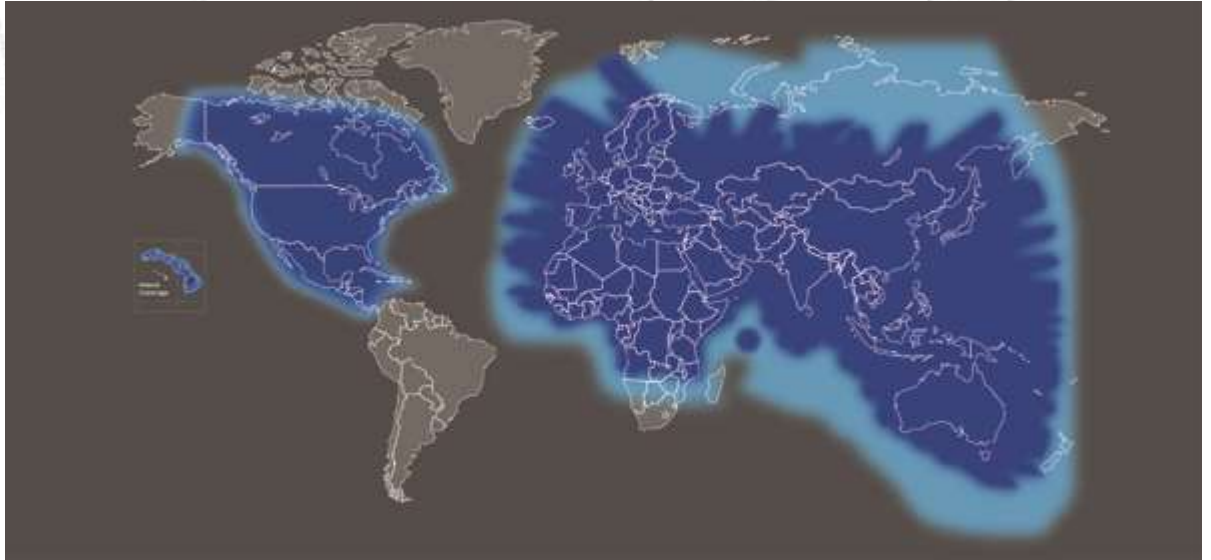


Figura 25 - Mapa de cobertura dos satélites Inmarsat-4 e Alphasat

É possível adquirir para estes sistemas soluções equivalentes à subscrição individual de acordo com diversos planos, os custos públicos por uma ligação são:

THURAYA  **stay close** 

Thuraya offers reliable satellite based telecommunications solutions to travelers, governments and corporate users in industries including the media, maritime and aviation. We offer different forms of service subscription in order to best suit your needs.

Prepaid Plan	MB Value (5 Units = 1 MB)	Voucher Cost
100-Unit Voucher	€1.95	€195
500-Unit Voucher	€9.75	€975
1000-Unit Voucher	€19.50	€1,950
2500-Unit Voucher	€48.75	€4,875

Monthly Plan	Thuraya IP 166K Unlimited Plan	Thuraya IP 66K Unlimited Plan
Monthly Fee	\$2,750 per month \$50 Activation Fee	\$2,750 per month \$50 Activation Fee
Minimum Term	2 months	2 months
Best Case Speed	144 kbps	444 kbps
Fair Use Policy (FUP)	After first 10 GB of usage per month, best case speeds are throttled down to 32 kbps unless additional FUP Boosters/Vouchers are purchased.	After first 30 GB of usage per month, best case speeds are throttled down to 64 kbps unless additional FUP Boosters/Vouchers are purchased.
FUP Extensions	Additional \$100 in 10 GB increments (Additional fees apply)	Additional \$100 in 10 GB increments (Additional fees apply)
Scale IP Address	+450 per month	+450 per month
Streaming IP Data	16, 32, 64, 128, 256 or 512 Kbps upload and download speeds are available. Call for pricing.	16, 32, 64, 128, 256 or 512 Kbps upload and download speeds are available. Call for pricing.

3. Globalstar

A constelação Globalstar⁵ é igualmente outra solução possível para as ligações via satélite. É possível adquirir para estes sistemas soluções equivalentes de subscrição individual de acordo com diversos planos. Os custos públicos para uma ligação são:

Service Plans

Minutes Included	Monthly Plan	Monthly Price	Add. min. price	Rollover
100	100 Minute Plan	\$54.00/mo	\$0.99	\$10.00
200	200 Minute Plan	\$99.00/mo	\$0.99	\$10.00
Unlimited	Unlimited Plan	\$199.00/mo		

Minutes Included	Monthly Plan	Monthly Price	Add. min. price
1200	1200 Annual Plan	\$150.00/year	\$0.99
2400	2400 Annual Plan	\$1700.00/year	\$0.99
Unlimited	Annual Unlimited	\$1800.00/year	

O plano de cobertura da constelação Globalstar pode ser visto na Figura 26.

⁵ Mais informação em <https://eu.globalstar.com/en/>

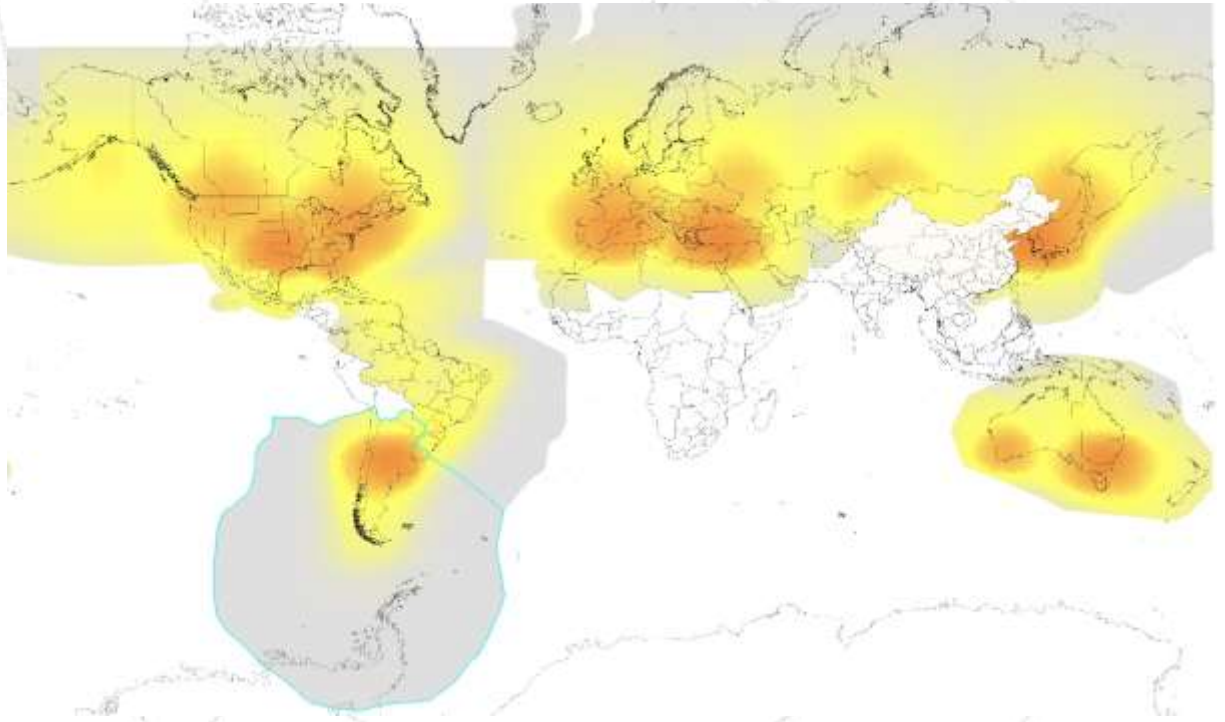


Figura 26 - Mapa de cobertura dos satélites Globalstar

4. V-SAT

Outras formas de interligar as estações base via satélite incluem a utilização de ligações V-SAT, nesse caso existe uma panóplia bastante alargada de prestadores de serviço como a EUTELSAT e a INMARSAT.

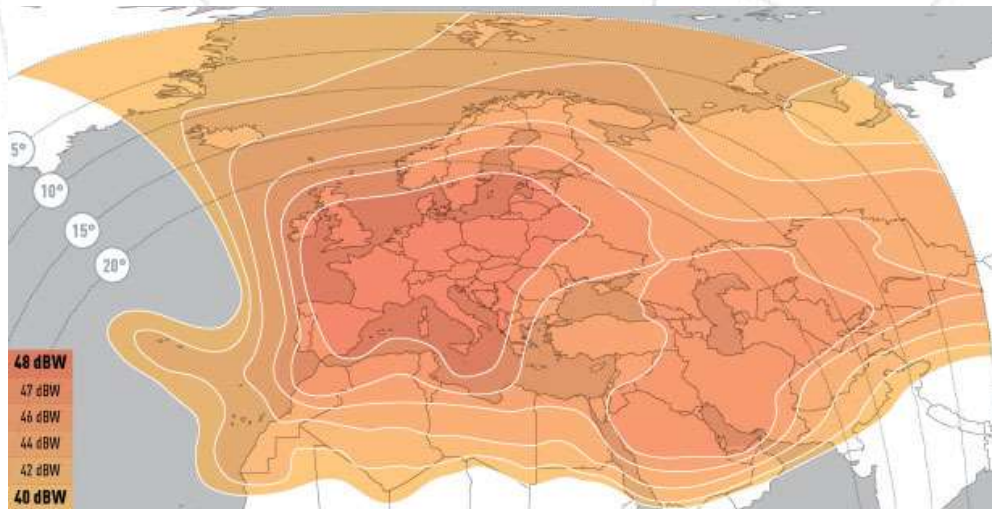


Figura 27 - Mapa de cobertura de uma das constelações de satélites EUTELSAT para VSAT