



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de computadores

Optimização de um Plano de Expansão de um Sistema Produtor Diesel / Eólico / FV para Redes com Elevados Consumos de Electricidade para Dessalinização de Água

Projecto de Final de Curso
Claudino Franklin Pereira Mendes
Sócrates Lima Duarte Monteiro



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010
Miguel Ângelo Albuquerque, António Luís Gomes, António Luís Gomes, António Luís Gomes



621.3(047.3)/
LEEC
2006/MENc

122

36



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de computadores

Optimização de um Plano de Expansão de um Sistema Produtor Diesel / Eólico / FV para Redes com Elevados Consumos de Electricidade para Dessalinização de Água

Projecto de Final de Curso
Claudino Franklin Pereira Mendes
Sócrates Lima Duarte Monteiro



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010



122

36

621.3(042.3)/Lec2006/RX.c

Faculdade de Engenharia
Biblioteca
Nº 105235
CDU
Data 24 / 02 / 2010

Agradecimentos

Este projecto não teria sido possível sem o apoio do Professor Cláudio Monteiro ao depositar a confiança em nós e permitir que fizéssemos parte de um projecto a desenvolver no nosso país Cabo Verde. Ajudando assim a que desempenhássemos o nosso projecto de final de curso com maior motivação e especial interesse, por este estar directamente relacionado connosco.

Agradecemos também a todo o pessoal da Unidade de Sistemas de Energia do INESC Porto, local onde decorreu o projecto, pelo acolhimento, disponibilidade e ajuda ao longo destes 6 meses em que o projecto foi desenvolvido.

Sumário

Neste trabalho descreve-se um Estudo relativo ao desenvolvimento dos Sistemas Eléctricos (SE) da ilha da Boavista e da ilha do Maio em Cabo Verde, congregando as vertentes de produção e distribuição de energia eléctrica para satisfazer as necessidades energéticas das estruturas turísticas, populações residentes, infra-estruturas portuárias e aeroportuárias e restantes infra-estruturas associadas à produção de água dessalinizada, saneamento e reciclagem de efluentes. Estes SE farão parte do conjunto de infra-estruturas de base necessárias para a estruturação de um programa de desenvolvimento turístico integrado das ilhas da Boavista e Maio.

Este trabalho terá como objectivo actualizar e aprofundar o trabalho já realizado pelo INESC Porto em fase anterior, considerando o cenário actualizado de ocupação dos empreendimentos turísticos.

O estudo a realizar tomará em consideração a avaliação de vários cenários de expansão propostos para os SE das duas ilhas, tendo como condicionantes a influência dos consumos energéticos e as alterações nos cenários de evolução das cargas populacionais.

Índice

Agradecimentos.....	3
Sumário	4
Índice	5
1. Introdução	7
2. Caracterização dos consumos	9
2.1. Consumos incluindo autoprodução fotovoltaica	9
2.2. Consumos de electricidade na dessalinização (ETA) e no tratamento de águas residuais (ETAR).....	10
2.3. Capacidades máximas de consumo nas centrais	11
2.3.1. Capacidade máxima da Central de Sal Rei	11
2.3.2. Capacidade máxima da Central Povoação Velha	12
2.3.3. Capacidade máxima da Central Vila do Maio	14
2.4. Total Agregado das Três Centrais.....	16
2.5. Distribuição geográfica dos consumos	17
3. Formulação do cenário de evolução de Carga	19
3.1. Cenários relativo a evolução de consumo na região norte da ilha da Boa Vista. 20	
3.1.1. Cenário 1.....	20
3.1.2. Cenário 2.....	21
3.1.3. Cenário 3.....	22
3.1.4. Cenário 4.....	23
3.1.5. Cenário 5.....	24
3.1.6. Cenário 6.....	25
3.2. Cenários relativo a evolução de consumo na região Sul da ilha da Boa Vista. 26	
3.2.1. Cenário 1.....	27
3.2.2. Cenário 2.....	28
3.2.3. Cenário 3.....	29
3.2.4. Cenário 4.....	30
3.2.5. Cenário 5.....	31
3.2.6. Cenário 6.....	32
3.3. Cenários relativo a evolução de consumo na ilha do Maio.	34
3.3.1. Cenário 1.....	34
3.3.3. Cenário 3.....	36
3.3.4. Cenário 4.....	37
3.3.5. Cenário 5.....	38
3.3.6. Cenário 6.....	39
4. Análise dos Planos de Expansão dos Sistemas Produtores	41
4.1. Planos de expansão da Central de Sal Rei	42
4.1.1. Plano de expansão correspondente ao cenário 1	42
4.1.2. Plano de expansão correspondente ao cenário 2	47
4.1.3. Plano de expansão correspondente ao cenário 3	50
4.1.4. Plano de expansão correspondente ao cenário 4	53
4.1.5. Plano de expansão correspondente ao cenário 5	56
4.1.6. Plano de expansão correspondente ao cenário 6	59

4.1.7.	Avaliação das soluções da Central do Sal Rei	62
4.2.	Planos de expansão da Central de Povoação Velha	63
4.2.1.	Plano de expansão correspondente ao cenário 1	63
4.2.2.	Plano de expansão correspondente ao cenário 2	66
4.2.3.	Plano de expansão correspondente ao cenário 3	68
4.2.4.	Plano de expansão correspondente ao cenário 4	70
4.2.5.	Plano de expansão correspondente ao cenário 5	72
4.2.6.	Plano de expansão correspondente ao cenário 6	74
4.2.7.	Avaliação das soluções da Central da Povoação Velha	76
4.3.	Planos de expansão da Central da Vila do Maio	77
4.3.1.	Plano de expansão correspondente ao cenário 1	77
4.3.2.	Plano de expansão correspondente ao cenário 2	82
4.3.3.	Plano de expansão correspondente ao cenário 3	85
4.3.4.	Plano de expansão correspondente ao cenário 4	88
4.3.5.	Plano de expansão correspondente ao cenário 5	91
4.3.6.	Plano de expansão correspondente ao cenário 6	94
4.3.7.	Avaliação das soluções da Central da Vila Maio	97
5.	Conclusão	98
6.	Bibliografia	99

1. Introdução

O presente relatório visa apresentar de forma detalhada e objectiva o estudo de Optimizações de plano de expansão de Sistemas produtores Diesel, Eólico, Fotovoltáico, em redes isoladas com elevado consumo de Electricidade para dessalinização da água.

Este projecto enquadra-se no estudo integrado de produção de distribuição de Energia Eléctrica, Água dessalinizada, tratamento de efluentes, recolha e tratamento de resíduos sólidos para a Ilhas de Boavista e Maio no Arquipélago de Cabo Verde, estudo esse que já vinha sendo desenvolvido por uma equipa de unidade de Sistema de Energia do INESC – Porto.

A análise de viabilidade do projecto baseou-se a partir de Estudos pré-preliminares de avaliação de investimento e configurações de um Sistema Eléctrico de Energia para as Ilhas de Boavista e Maio, e um Estudo pré-preliminar de avaliação económica na vertente Ambiental das Ilhas tendo em conta um cenário de menor custo e outro de maior custo.

Para uma melhor estruturação do projecto agrupou-se o estudo desenvolvido em 5 fases; onde o presente relatório incidiu essencialmente na ultima fase, correspondente a Optimização do plano de expansão de um Sistema Produtor Diesel | Eólico | Fv para redes isoladas com elevado consumo de electricidade para dessalinização de água.

1ª Fase: caracterização temporal geográfica dos consumos das Ilhas; consumos eléctricos e consumos devido a dessalinização de água

2ª Fase: Localização dos centros de produção; Eólicos, diesel, fotovoltaico.

3ª Fase: Traçado da Rede Eléctrica de MT

4ª Fase: Estimativa dos custos das várias componentes da rede tendo Múltiplos cenários de evolução dos consumos.

5ª Fase: Optimização da expansão dos Sistemas Produtores Diesel, tendo em conta a expansão intermitente na produção eólica e F.V., e tendo em conta a gestão das cargas devida a consumos de dessalinização bem como a evolução a longo prazo dos consumos.

O programa de Desenvolvimento Turístico dessas Ilhas irá abalar com toda a estrutura das Ilhas desde estradas, Portos, Aeroportos, Saneamento, Saúde, etc.

O programa consiste em desenvolver várias ZDTI's (Zonas de Desenvolvimento Turístico Integrado) respeitando as zonas de ambientais, tendo em conta a geografia das Ilhas e o bem-estar da população residente. Tendo em consideração a população actual nas duas ilhas de acordo com esse estudo é previsto população aumentar duma forma exponencial até atingir os limites previstos.

Tudo isso, e dado a interdependência entre sistemas como é o caso da produção de energia eléctrica e o abastecimento de combustíveis, o caso de energia eléctrica e a dessalinização de água, fez com que se repensasse todo o SE das Ilhas, ou seja, que o planeamento da produção e distribuição de Energia tenha que englobar não só as ZDTI,

mas todas as instalações portuárias, os aeroportos, as ETA e as ETAR. Por outro lado teve-se que considerar na sua planificação o seu desenvolvimento e o respectivo crescimento que forçosamente irá ocorrer, tornando fundamental construir vários cenários de crescimentos considerando os volumes críticos relativos a sustentabilidade dos equipamentos e infra-estruturas.

É sobre a 5ª fase que se deu uma especial atenção com o intuito de garantir uma boa viabilidade dos SE em estudo, de forma a conseguir com menores custos possíveis as suas construções, sem esquecer o factor qualidade de serviço mais concretamente a fiabilidade.

De forma a obter o melhor sistema que se adequasse aos estudos em causa, preparou-se vários cenários de evolução de consumo, ou seja os empreendimentos turísticos e as infra-estruturas irão evoluir de forma diferente ao longo dos anos para cada cenários. Pretende-se com base nesses cenários saber quando irão entrar em funcionamento os grupos diesel e os parques eólicos, para tal efectuou-se estudos de análise de fiabilidade com Geradores diesel de 5MW, 10MW, e com parques eólicos.

Neste projecto salienta-se a importância de utilização de uma cota parte de energias renováveis para produção de electricidade, daí a presença da produção eólica e fotovoltaica.

O objectivo desse estudo é obter a solução que melhor satisfaz em termos técnico e económico as varias exigências do Programa de Desenvolvimento Turístico das ilhas de Boa Vista e do Maio, é por isso que em cada cenário esta associado um estudo de custo para as varias soluções obtidas, permitindo a escolha da melhor solução.

2. Caracterização dos consumos

Com base em diagramas de carga elaborados a partir dos consumos obtidos dos estudos pré-preliminares efectuados no INESC Porto, é que se iniciará os estudos para a formulação dos cenários de aumento de consumos, logo são os consumos representam a base para o desenvolvimento do projecto.

Os diagramas de carga utilizados para o estudo da expansão dos SE das ilhas referem-se as zonas turísticas constituídas pelos hotéis, vivendas e apartamentos, zonas populacionais, zonas de serviços afectados as ZDTI's constituído pelos serviços e comércio e pela iluminação publica, e ainda diagramas referentes ao Portos/Aeroportos, Eta e Etar.

Os diagramas apresentados a seguir estarão representando as cargas já no limite máximo, mas na ferramenta de cálculo desenvolvida é permitida diminuir ou variar os consumos consoante a percentagem de turistas (segmento da população alojada nas infra-estruturas turísticas temporariamente ou permanentemente), e de não turistas (segmento da população residente nas vilas, alimentadas pela respectiva central, agregando também a população que irá estar envolvida no empregos directa e indirectamente induzidos pelo turismo).

De entre os respectivos diagramas de cargas os consumos nas zonas de serviços afectos as ZDTI e nos Portos/aeroportos os seus consumos mantém-se constantes ao longo do período de expansão em causa considerando assim essas cargas sempre a 100% da capacidade de consumo prevista.

2.1. Consumos incluindo autoprodução fotovoltaica

A produção fotovoltaica incluída nos empreendimentos turísticos do tipo vivenda, permite englobar no projecto uma forma de energia limpa, porem representa uma parcela insignificante em relação ao total da produção eléctrica na alimentação das cargas.

Admite-se que esta autoprodução incluirá obrigatoriamente 1 kWp em painéis fotovoltaicos ligados à rede por cada vivenda. Com este cenário, e tendo em conta a distribuição das vivendas a potência fotovoltaica instalada em cada uma das ZDTI, estão apresentados na tabela seguinte.

	N Vivendas	Área de paineis (m2)	P (kWp)	Energia (MWh/ano)
Chave Norte	240	2243	240,00	436,64
Chave Centro	0	0	0,00	0,00
Chave Sul	10	93	10,00	18,19
Morro de Areia	230	2150	230,00	418,44
Sta. Mónica W.	810	7570	810,00	1473,64
Sta. Mónica E.	490	4579	490,00	891,46
Praia de Cabral	0	0	0,00	0,00
Total	1780,00	16635,51	1780,00	3238,38

Tabela 1 – Potência instalada e energia anual de auto produção fotovoltaica na ilha da Boa Vista

	N Vivendas	Área de painéis (m ²)	P (kWp)	Energia (MWh/ano)
Norte da Vila do Maio	261	2439	261	475
Sul da Vila do Maio	260	2430	260	473
Golf Resort	0	0	0	0
Duna do Sul	0	0	0	0
R. De D. João	0	0	0	0
Total	521	4869	521	948

Tabela 2 – Potência instalada e energia anual de auto produção fotovoltaica na ilha da Maio

2.2. Consumos de electricidade na dessalinização (ETA) e no tratamento de águas residuais (ETAR).

Teve-se em especial atenção ao facto do dimensionamento das ETA e ETAR visto serem cargas com elevado consumo de electricidade dentro dos SE em estudo.

Para estimar o consumo de electricidade usada em dessalinização considerou-se a população e os consumos per capita de água indicados na Tabela 1 alaranjados.

Supôs-se a utilização de dessalinizadores baseados em tecnologias de “osmose inversa” com consumos específicos de 4,5 kWh/m³, e de 0,2 kWh/m³ para bombagem da água, fazendo um total de 4,7 kWh/m³. Tendo em conta o tipo de turismo de elevada qualidade previsto considerou-se um consumo de 0,5 m³/dia por turista. Para o consumo dos habitantes locais considerou-se 0,2 m³/dia. As ETA's possuem um diagrama de cargas constante ao longo das 24h.

ETA		Turistas	Não turistas
	kWh/m ³ /ano	857,75	343,1
	kWh/m ³ /mês	70,5	28,2
	kWh/pessoa/dia	2,35	0,94
	m ³ /pessoa/dia	0,5	0,2
	kWh/m ³	4,7	4,7

Tabela 3 – Consumo de energia em dessalinização de água para as ETA's.

Para o tratamento das águas residuais (ETAR), considerou-se também o diagrama de cargas constante ao longo das 24h, e um consumo de 1 kWh/m³ para os turistas e para os habitantes locais. Assim tem-se na Tabela 2 os consumos per capita indicados alaranjados.

ETAR		Turistas	Não turistas
	kWh/m ³ /ano	182,5	73
	kWh/m ³ /mês	15	6
	kWh/pessoa/dia	0,5	0,2
	m ³ /pessoa/dia	0,5	0,2
	kWh/m ³	1	1

Tabela 4 – Consumo de energia para o tratamento de águas residuais para ETAR's.

2.3. Capacidades máximas de consumo nas centrais

2.3.1. Capacidade máxima da Central de Sal Rei

A central de Sal Rei terá que garantir uma ponta normal de 42,074 MVA, com factor de potência 0,9 mais as reservas. A Reserva girante recomendada deverá ser da ordem de grandeza da capacidade do maior grupo. Para garantir níveis de segurança da produção n-1, prevendo a possibilidade de saída de serviço de um dos grupos, por avaria ou para manutenção, será necessário um grupo adicional para reserva estática. E ainda será acrescentada uma margem adicional de mais 1 grupo, de modo a que esta possa alimentar as cargas prioritárias da central de Povoação Velha em situação de emergência.

A ponta normal a ser garantida pela central corresponde aos consumos máximos considerados nas cargas especificadas pelos diagramas abaixo indicados:

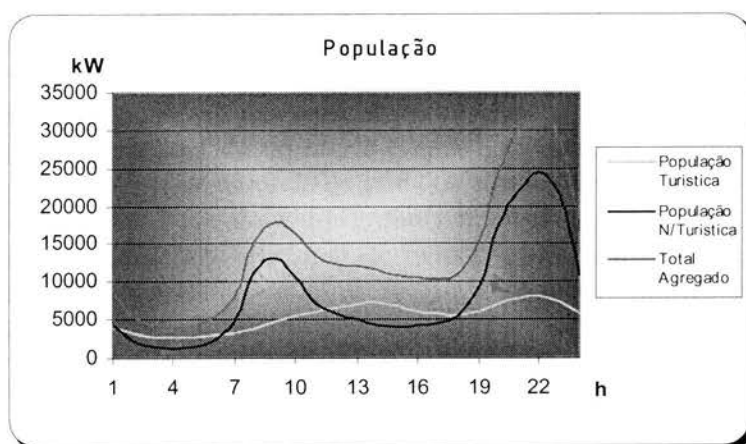


Fig. 1 – Diagrama diário do consumo da População alimentada pela central de Sal Rei

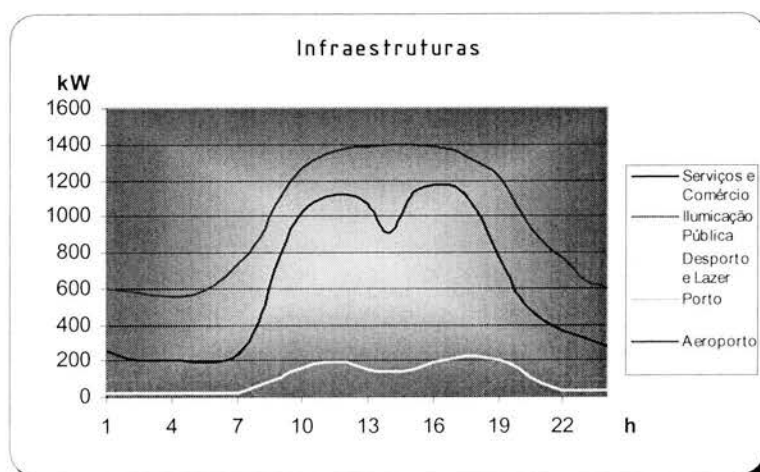


Fig. 2 – Diagrama diário do consumo das Infra-estruturas alimentadas pela central de Sal Rei

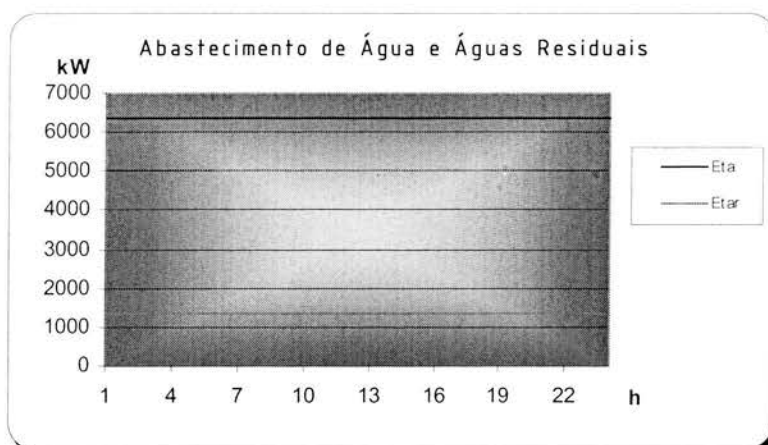


Fig. 3 – Diagrama diário do consumo de abastecimento de água e tratamento de águas residuais

2.3.2. Capacidade máxima da Central Povoação Velha

A central de Sal Rei terá que garantir uma ponta normal de 21,143 MVA, com factor de potência 0,9 mais as reservas. Reserva girante recomendada deverá ser da ordem de grandeza da capacidade do maior grupo. Para garantir níveis de segurança da produção n-1, prevendo a possibilidade de saída de serviço de um dos grupos, por avaria ou para manutenção, será necessário um grupo adicional para reserva estática. E ainda será acrescentada uma margem adicional de mais 1 grupo, de modo a que esta possa alimentar as cargas prioritárias da central de Sal Rei em situação de emergência.

A ponta normal a ser garantida pela central corresponde aos consumos máximos considerados nas cargas especificadas pelos diagramas abaixo indicados:

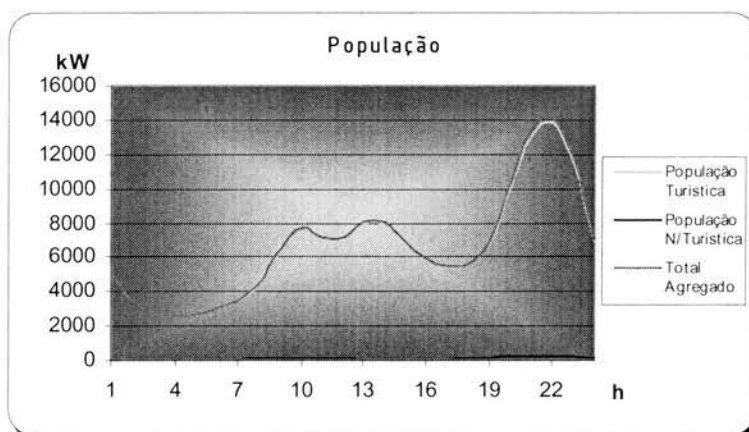


Fig. 4 – Diagrama diário do consumo da População alimentada pela central da Povoação Velha

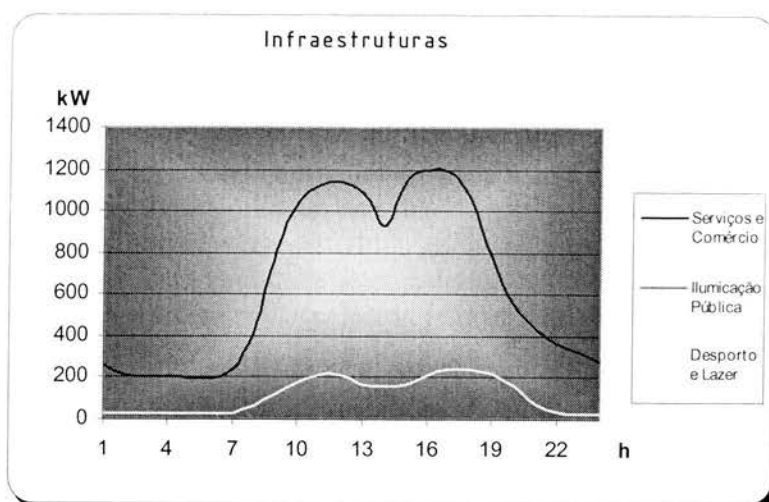


Fig. 5 – Diagrama diário do consumo das Infraestruturas alimentadas pela central da Povoação Velha

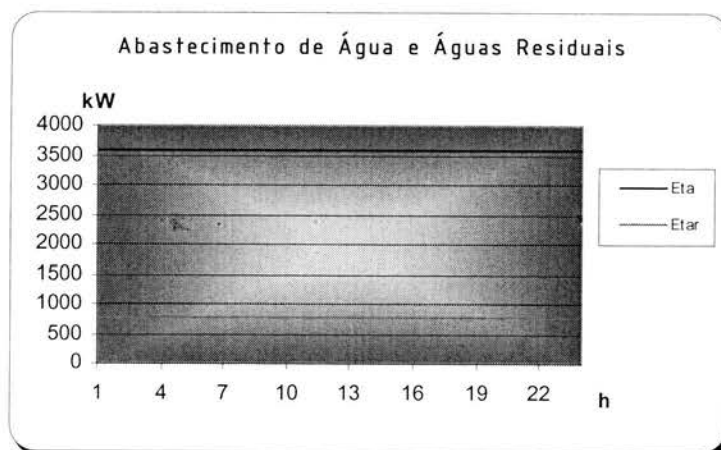


Fig. 6 – Diagrama diário do consumo de abastecimento de água e tratamento de águas residuais

2.3.3. Capacidade máxima da Central Vila do Maio

A central da Vila do Maio terá que garantir uma ponta normal de 35,359 MVA, com factor de potência 0,9 mais as reservas. Reserva girante recomendada deverá ser da ordem de grandeza da capacidade do maior grupo. Para garantir níveis de segurança da produção n-1, prevendo a possibilidade de saída de serviço de um dos grupos, por avaria ou para manutenção, será necessário um grupo adicional para reserva estática.

A ponta normal a ser garantida pela central corresponde aos consumos máximos considerados nas cargas especificadas pelos diagramas abaixo indicados:

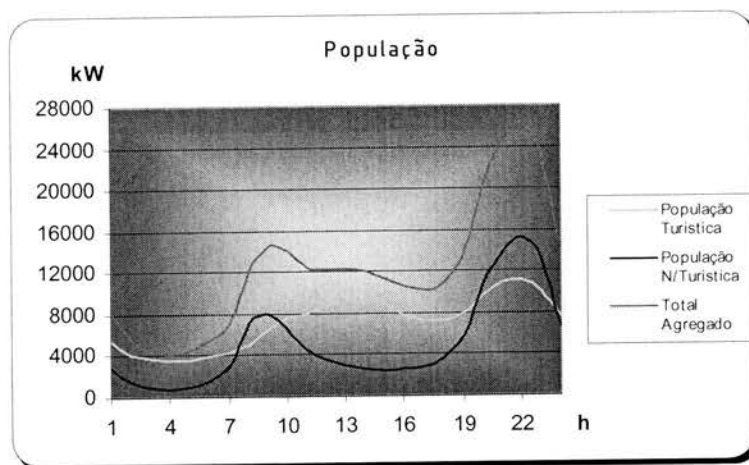


Fig. 7 – Diagrama diário do consumo da População alimentada pela central da Vila do Maio

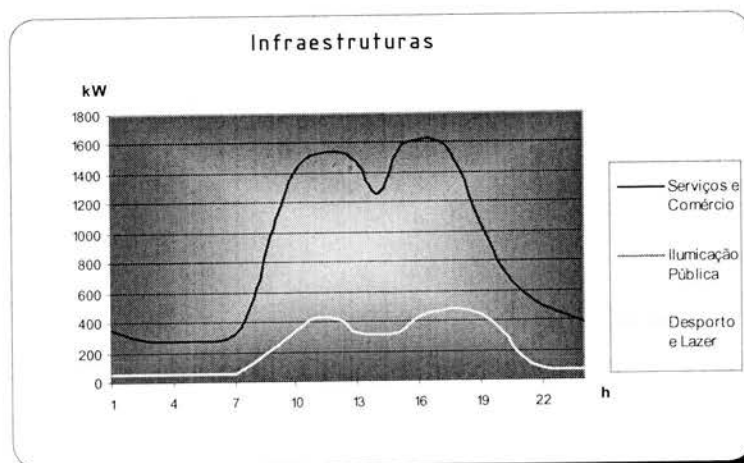


Fig. 8 – Diagrama diário do consumo das infraestruturas alimentadas pela central da Vila do Maio

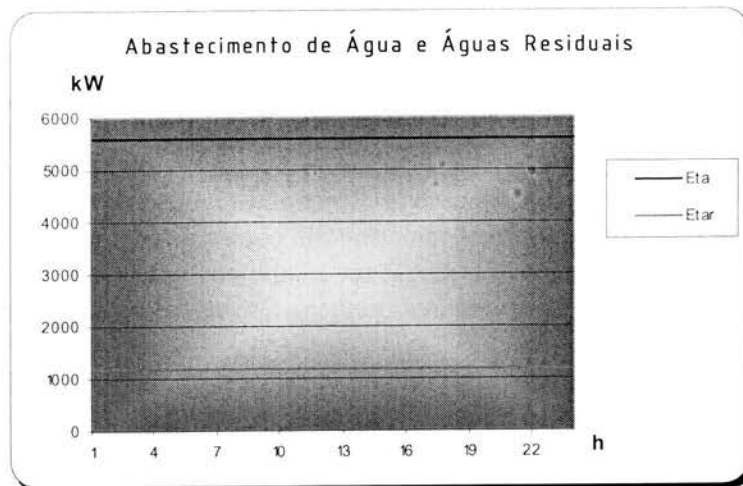


Fig. 9 – Diagrama diário do consumo de abastecimento de água e tratamento de águas residuais

2.4. Total Agregado das Três Centrais

Para suportar os referidos consumos das centrais a instalar serão instaladas grupos a Diesel de 5 MVA. A opção por este escalão de potência justifica-se por garantir uma suficiente flexibilidade na gestão da produção do sistema ao melhor custo, permitindo também um melhor planeamento quanto á entrada dos grupos em serviço. Poderá considerar-se ainda a possibilidade de instalar geradores de 10 MVA, sem grandes alterações para os custos das centrais, a vantagem dos geradores de maior potência é no facto da produção por kW/h ser mais económico devido ao rendimento ser maior nesses geradores.

A capacidade de produção Diesel até aqui prevista será suficiente para alimentar completamente o valor de ponta, mesmo nos dias em que não houver produção através dos recursos renováveis. Visto que no estudo pré-preliminar não se considerou a produção das energias renováveis para o dimensionamento da produção Diesel.

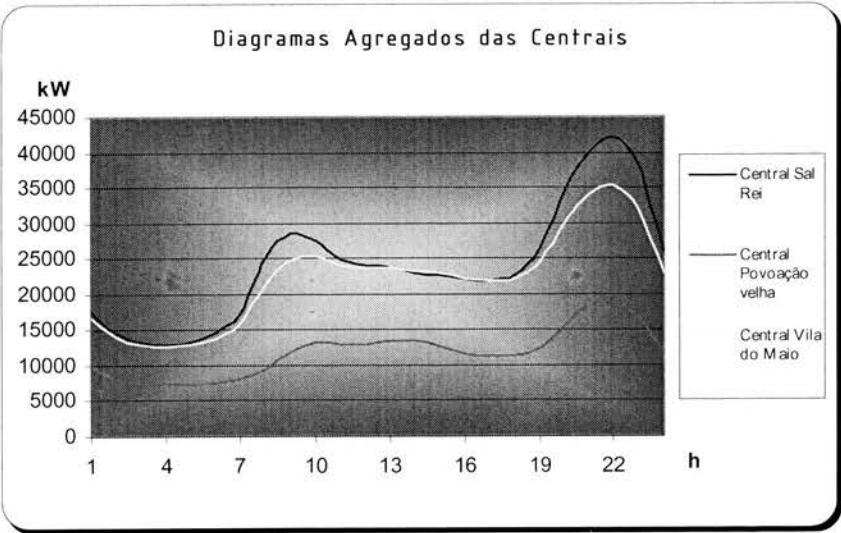


Fig. 10 – Diagramas agregados dos consumos nas três centrais

Pontas (MW)	
Central Sal Rei	42,074
Central Povoação Velha	21,143
Central Vila do Maio	35,359

Tabela 5 – Pontas das 3 Centrais em estudo.

2.5. Distribuição geográfica dos consumos

Para a ilha da Boavista, e de acordo com as suposições para os consumos, foi prevista uma ponta de 63,22 MW. A rede de distribuição, desde as centrais até aos consumos, será uma rede radial cujas potências se agregam radialmente. Os valores de ponta nas várias localidades da ilha são apresentados na fig 11.

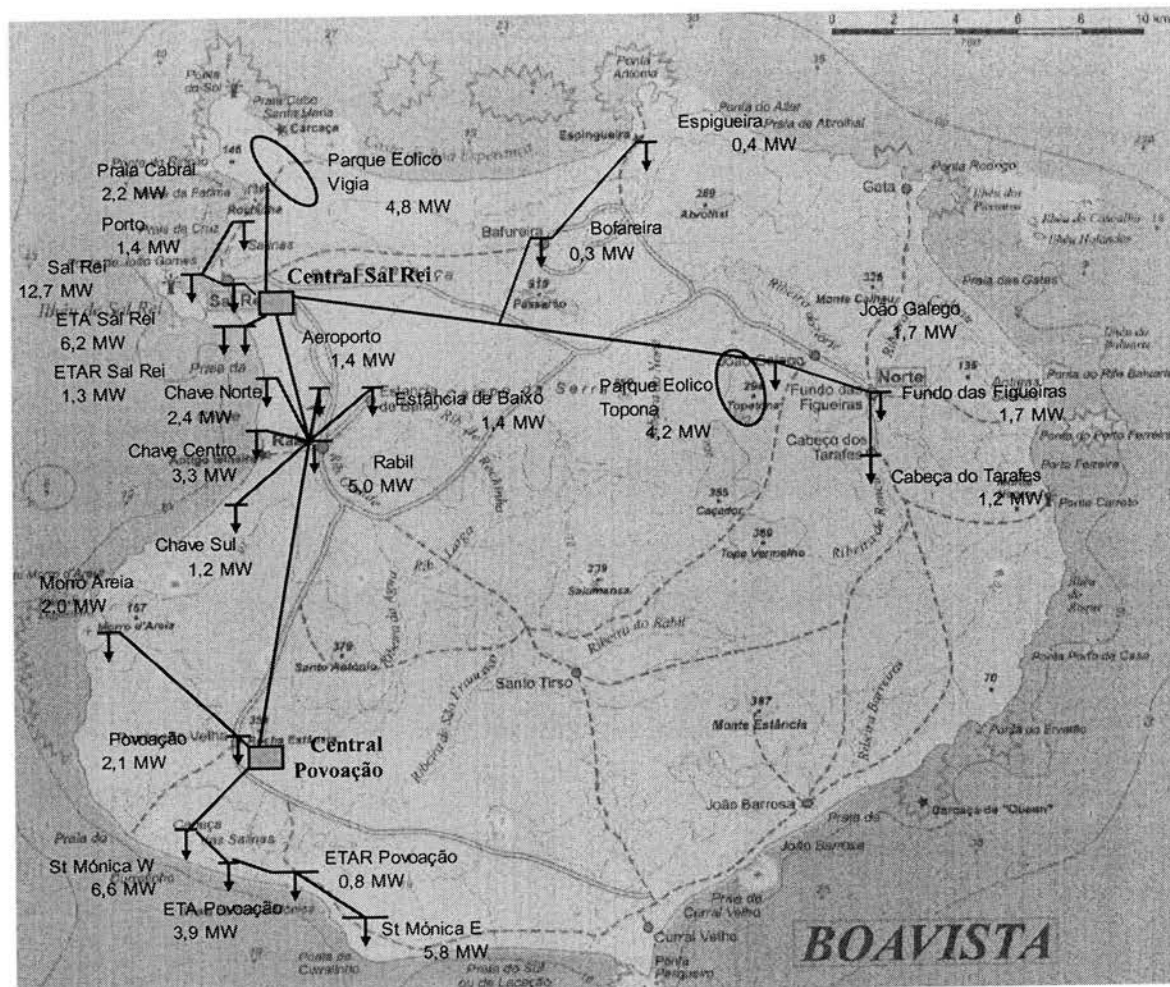


Fig. 11– Sistema Eléctrico de Energia da Boavista

Para a ilha do Maio, e de acordo com as suposições para os consumos, foi prevista uma ponta de 35.36 MW. A rede de distribuição, desde as centrais até aos consumos, será uma rede radial cujas potências se agregam radialmente. Os valores de ponta nas várias localidades da ilha são apresentados na fig12

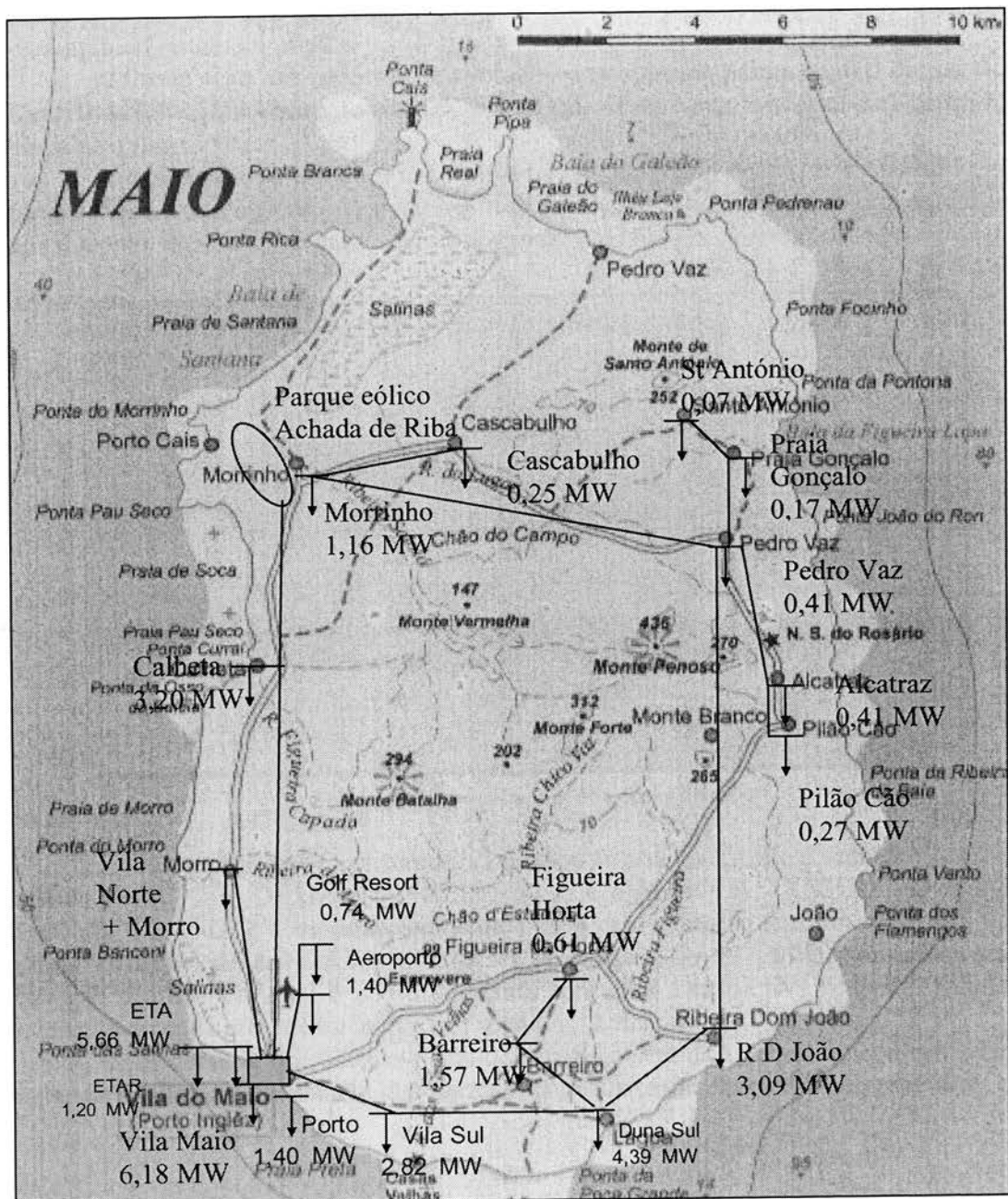


Fig. 12 – Sistema Eléctrico de Energia do Maio

3. Formulação do cenário de evolução de Carga

Para atingir-se as pontas encontradas na agregação dos diversos diagramas de carga de cada central é necessário encontrar um cenário de expansão de SE mais próximo possível do cenário que poderá ocorrer, para depois se poder passar ao planeamento da expansão do sistema produtor.

A formulação dos cenários de evolução será aplicada para a central de Sal Rei, e Central da Povoação Velha situadas na ilha da Boa Vista e para a central da Vila do Maio situada na ilha do Maio.

Para se iniciar o estudo é necessário ter um diagrama de cargas constituído pelas pontas diárias do consumo de potência activa previsto. O diagrama de pontas diárias é anual, como se pode observar na figura seguinte:

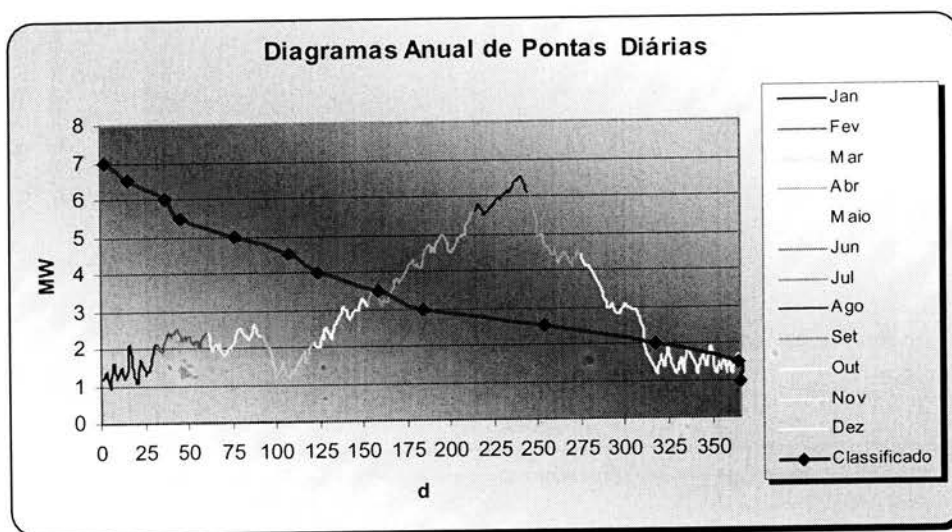


Fig. 13 – Diagrama anual de pontas diárias

Considerando que o consumo irá representar principalmente o sector turístico e de acordo com "La DEMANDA ELÈTRICA ESPANHOLA, RESULTADOS DEL PROYECTO INDEL", os estabelecimentos do sector hoteleiro tem um consumo médio diário estimado de 1.040 kWh nos meses de verão e de 297 kWh para os meses de Inverno. Razão pela qual o nosso diagrama apresenta a respectiva "curva" seguindo a evolução do consumo médio mensal do segmento hoteleiro.

Considerando que o nosso plano de expansão será de 10 anos, é necessário definir taxas de evolução de consumo, que normalmente é baseado em estudos de previsão.

3.1. Cenários relativo a evolução de consumo na região norte da ilha da Boa Vista.

Para a central de Sal Rei simulou-se 6 cenários diferentes de evolução de carga para planos de duração correspondente aos 10 anos.

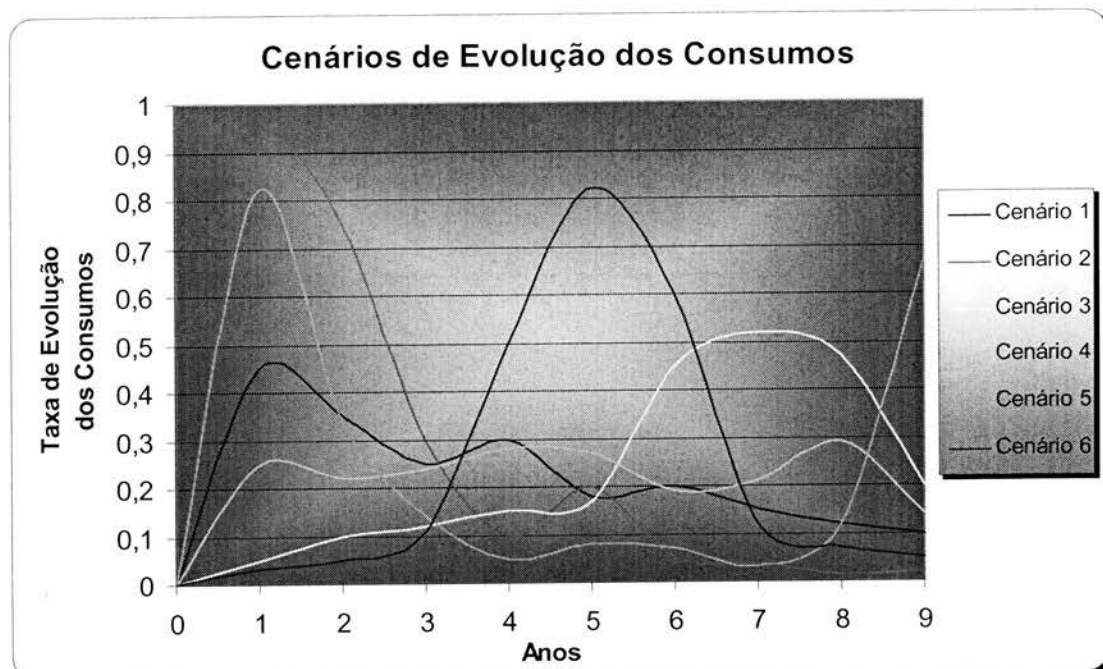


Fig. 14 – Diagramas de evolução do consumo em cada cenário, na região norte de Boa Vista

3.1.1. Cenário 1

Neste primeiro cenário considerou-se nos anos iniciais um consumo eléctrico bastante alargado, aparecendo nos primeiros anos consumos relacionados com as dessalinizadoras, com as ETAR de Sal Rei, e com o aeroporto e o porto. Ao longo dos anos as infra-estruturas turísticas irão surgir nas denominadas ZDTI, primeiro nas zonas de chaves (Norte, Centro e Sul) alargando depois para a Praia Cabral. Os tipos de produto turísticos considerados são: Hotéis de luxo, Hotéis de 5 e 4 estrelas, Vivendas, Town Houses e Apartamentos.

A medida que vão surgindo as infra-estruturas turísticas irá aumentar a população quer nas regiões mais próximas das ZDTI, quer nas regiões mais afastadas tais como as de João Galego, Espigueira, Fundo das Figueiras, e Cabeça do Tarafes, o que consequentemente levará a um aumento dos consumos eléctricos. Portanto nos anos intermédios a evolução do consumo terá a ver com o aumento da população, o aparecimento ou aumento de consumo das infra-estruturas ligadas a esse desenvolvimento, como escolas, hospitais, bibliotecas, etc.

Nos últimos anos evolução de consumo será mais ou menos acentuada, dado que nessa fase o projecto turístico já estará no fim, e as cargas que poderão surgir estarão ligadas por exemplo a novos estabelecimentos de comércio que vão surgindo, a

iluminação, a necessidade de actualizar o consumo eléctrico das zonas mais afastadas dos ZDTI.

Com base no cenário acima traçado a taxa de evolução de consume eléctrico será de acordo com a tabela seguinte:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,45	0,35	0,25	0,3	0,18	0,2	0,15	0,12	0,1

Tabela 6 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 1.

De acordo com esta taxa de evolução de consumo pode-se construir o gráfico de expansão do consumo de energia eléctrica, para os 10 anos, que mostra que ao longo dos anos a evolução é quase proporcional.

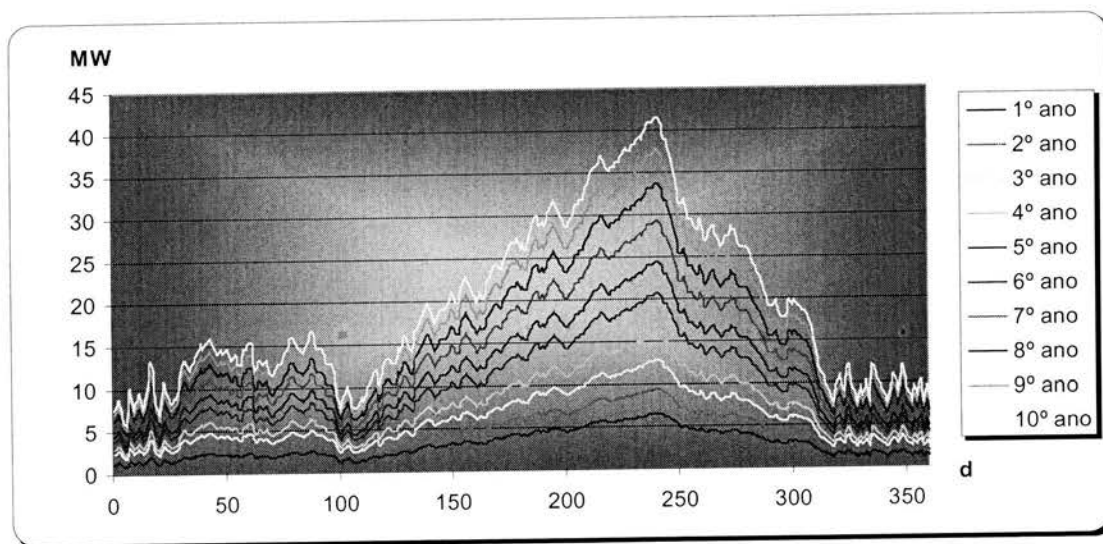


Fig.15 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 1

3.1.2. Cenário 2

Neste segundo cenário, considerou-se que nos primeiros 2 anos haverá uma enorme evolução de consumo de energia eléctrica, devido aos principais empreendimentos turísticos e todos os suportes para o desenvolvimento do programa de desenvolvimento turístico, nomeadamente as ETA e as ETAR, bem como o porto e o aeroporto será implementado nos primeiros anos, o que levará a um aumento considerável da população nas Regiões próximas da ZDTI.

Nos anos intermédios a evolução de consumo tenderá a diminuir, uma vez que os principais empreendimentos já terão sido construídos, logo essa evolução de consumo desse período estará ligado ao crescimento das regiões mais afastadas das ZDTI e de toda a infra-estruturas que irão suportar esse crescimento.

No fim desses 10 anos a previsão de aumento de consumo será bastante reduzida, ligada apenas a necessidade de aumento de consumo de água e de electricidade por parte da população e dos pequenos empreendimentos comerciais que irão surgir.

Com base neste cenário definiu-se que a taxa de evolução de consumo irá seguir os valores de acordo com a seguinte tabela:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,9	0,75	0,3	0,1	0,2	0,05	0,04	0,015	0,02

Tabela 7 – Taxa de evolução de consumo para o cenário

Por sua vez esses valores de evolução de consumo ao longo dos 10 anos permite traçar o seguinte gráfico:

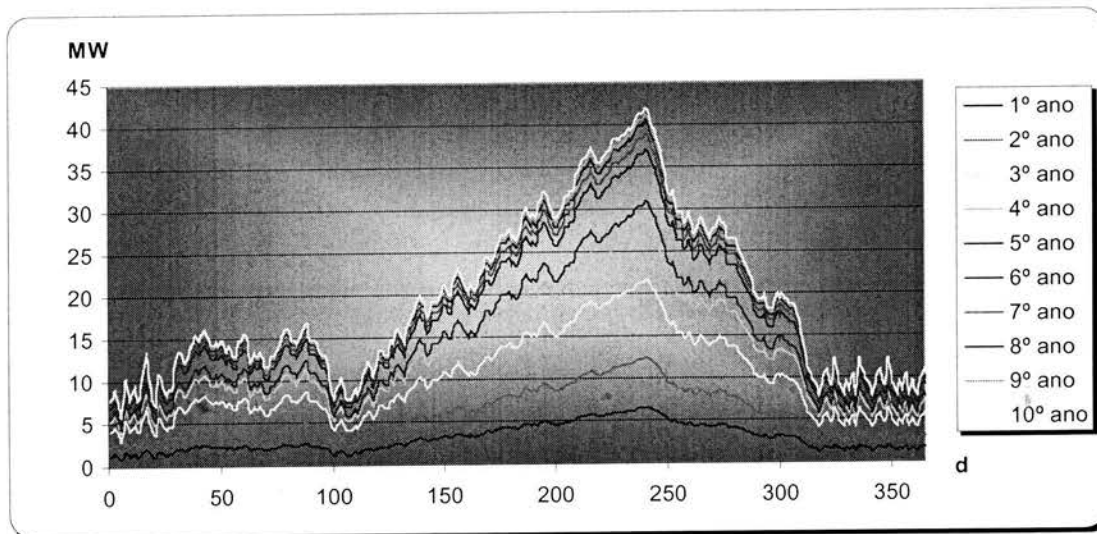


Fig.16 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 2

3.1.3. Cenário 3

Neste cenário três, a evolução de consumo nos anos iniciais será muito baixa na perspectiva em que nesses primeiros anos irá surgir empreendimentos apenas ligados a estrutura básica de funcionamento para as grandes infra-estruturas que irão surgir ao longo dos anos, tais como as dessalinizadoras e os ETAR, alargando com os anos com o aparecimento de consumo relacionado com o porto e o aeroporto.

Só numa fase intermédia e já mais para fim dos 10 anos é que haverá um grande aumento de consumo de energia eléctrica, com a construção de empreendimentos ligados as ZDTI e consequente o alargamento da população nas varias regiões do norte da ilha.

Já no último ano essa evolução de consumo irá baixar novamente, uma vez que se supõe que nesse período os grandes investimentos já terão sido feitos, e o consumo desse ano será devido a necessidade de actualização energética, principalmente no que se refere ao aumento do consumo de água por parte da população.

Perante esse cenário podemos construir esta tabela de evolução de consumo eléctrico, bem como traçar o gráfico de evolução de consumo diária para os 10 anos.

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,05	0,1	0,12	0,15	0,17	0,45	0,52	0,47	0,2

Tabela 8 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 3

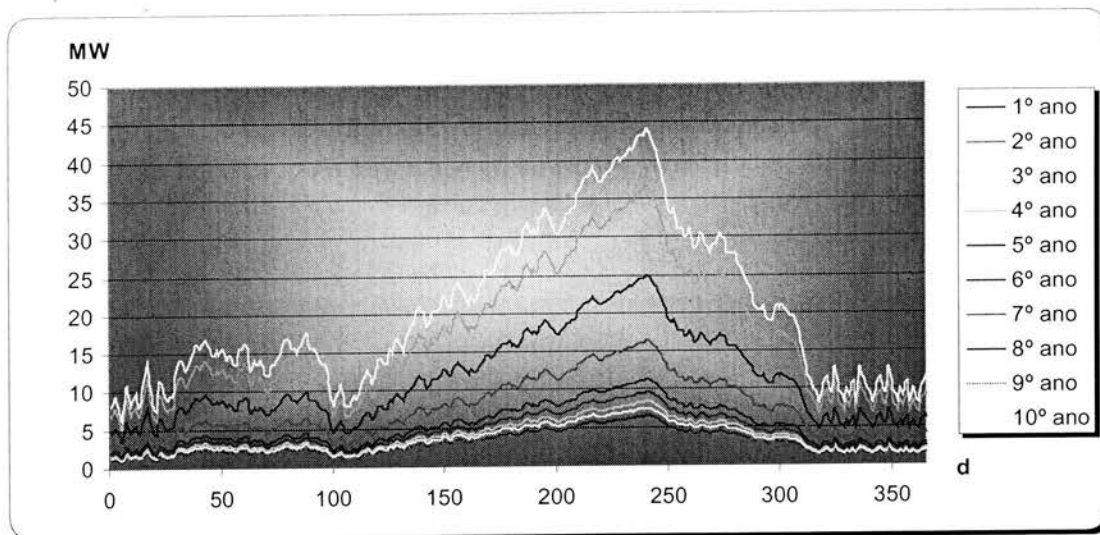


Fig.17 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 3

3.1.4. Cenário 4

Neste cenário pretende-se que o aumento de consumo eléctrico seja quase linear ao longo dos anos de duração do projecto, ou seja durante os 10 anos não haverá anos com grande pico de consumo eléctrico, nem anos com pouco aumento de consumo.

Assim sendo nos primeiros anos os empreendimentos que irão surgir, serão um pouco ligados as estruturas básicas iniciais num projecto turístico de grande dimensão, tais como infra-estruturas de transportes Porto e aeroporto, infra-estruturas ligados ao saneamento, ETA e ETAR, aparecimento dos primeiros hotéis de luxo vivendas e apartamentos, e claro tudo isso acarreta um crescimento significativo da população ao longo dos anos.

Já a partir do quinto ano o aumento do consumo estará ligada ao continuo aumento da população tanto turística como não turística, o que implica aumento de consumo de água, necessidade de aumentar a capacidade da ETAR, o aparecimento de vários hotéis, town houses, vivendas e apartamentos, bem como o aumento das capacidades do porto e do aeroporto. Esses empreendimentos irão aparecer ao longo dos últimos cinco anos da mesma forma que os cinco anos iniciais, ou seja de forma linear e interdependente, ou seja conforme irão aparecer os empreendimentos turísticos irão aumentar a população a volta e também aumentar o consumo energético.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,25	0,22	0,24	0,28	0,27	0,19	0,21	0,29	0,14

Tabela 9 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 4

Com base na tabela de evolução de consumo acima podemos traçar a tabela de evolução de consumo diário ao longo dos 10 anos.

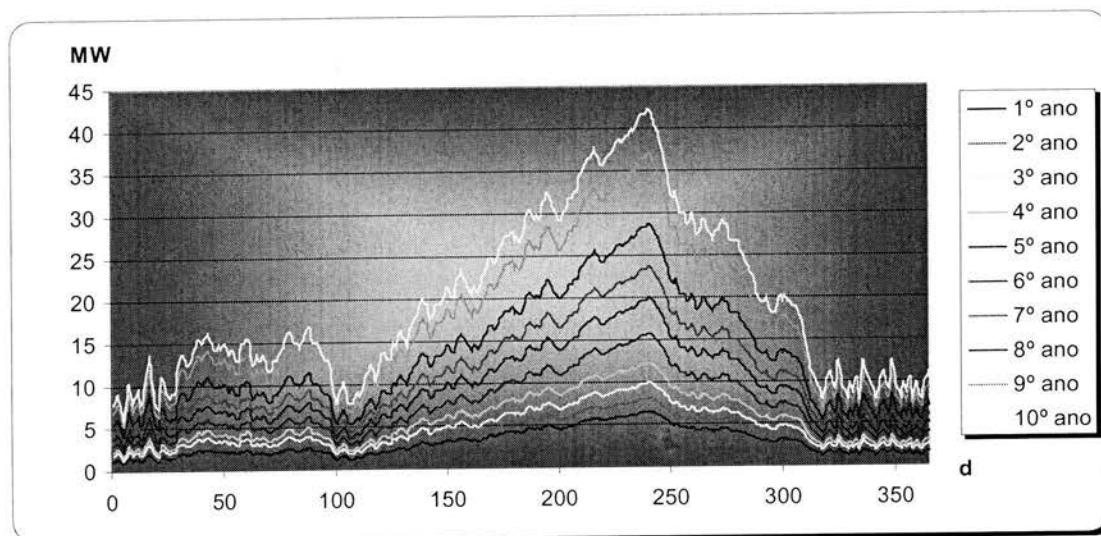


Fig.18 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 4

3.1.5. Cenário 5

Para o quinto cenário pretendeu-se que a evolução do consumo ao longo dos 10 anos não seguisse numa forma linear, numa perspectiva em que os empreendimentos irão aparecer de forma mais acentuados no primeiro e no ultimo ano do projecto, e de forma mais suave nos anos intermédios.

Assim sendo pressupõem-se que logo no primeiro ano, teve que se arrancar com a construção das principais infra-estruturas para o bom funcionamento da ilha, como porto o aeroporto, ETA, ETAR e alguns hotéis de luxo e apartamentos, justificando assim um excessivo aumento de consumo eléctrico.

A partir do segundo ano a implementação do projecto turístico continua com o aparecimento de novos hotéis, vivendas e town houses, evoluindo de forma mais lenta.

Essa evolução de consumo reduzida, irá continuar até ao penúltimo ano do fim do cenário, tendo como base a evolução de consumo por parte da população que também aumentou consideravelmente.

No último ano pressupõem-se um grande aumento de consumo, provocado pela enorme procura por parte da população turística e pela necessidade de actualização por parte do aeroporto e do porto.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,82	0,34	0,14	0,05	0,08	0,07	0,03	0,12	0,67

Tabela 10 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 5

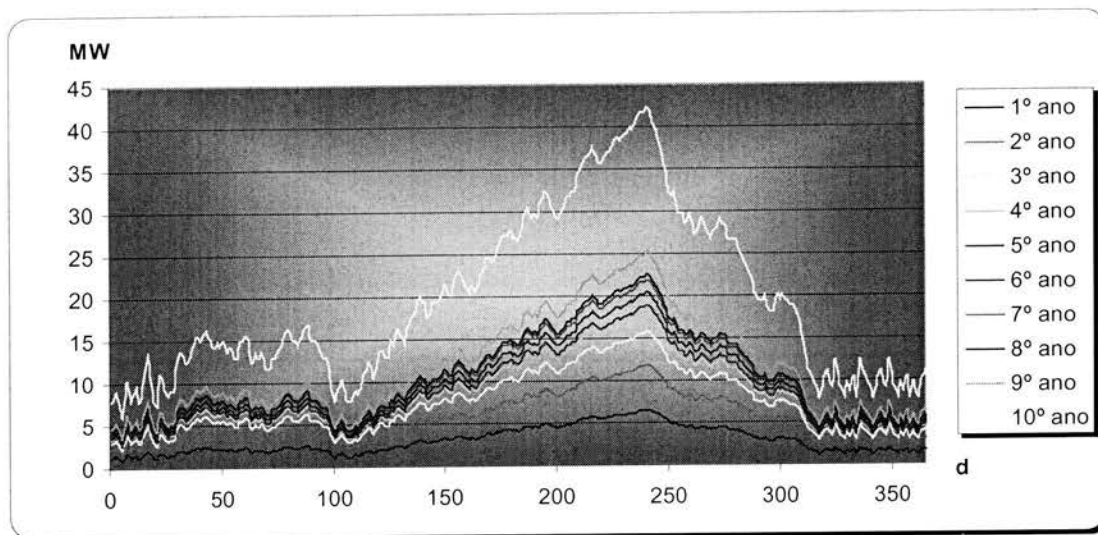


Fig.19 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 5

3.1.6. Cenário 6.

Neste último cenário pretende-se justificar uma situação em que os grandes empreendimentos surgirão numa fase intermédia dos 10 anos do projecto.

Para justificar essa evolução de consumo com um forte pico na parte intermédia no cenário em estudo, pressupõem-se que; nos primeiros anos os responsáveis estarão mais preocupados em garantir as infra-estruturas básicas que irão sustentar todo o projecto, como por exemplo o porto e o aeroporto depois a ETA e a ETAR.

A partir do 4º ano começarão a surgir os grandes empreendimentos turísticos nas ZDTI, com o aparecimento dos grandes hotéis das vivendas e de todas estruturas ligada a sua implementação.

A partir do sétimo ano a evolução será menos acentuadas até ao último ano, nessa fase o aumento do consumo estará ligada ao aumento da população e as várias actualizações necessários a bom funcionamento dos projectos.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,03	0,05	0,11	0,5	0,82	0,6	0,12	0,07	0,05

Tabela 11 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 6

O gráfico seguinte reflecte a evolução diária do consumo para os 10 anos de duração do projecto.

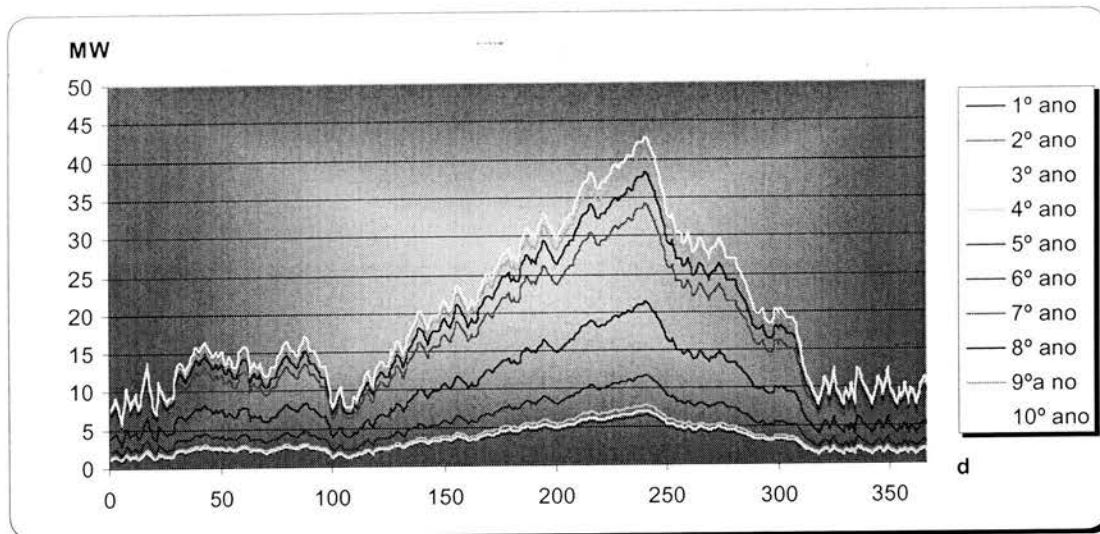


Fig.20 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 6

3.2.Cenários relativo a evolução de consumo na região Sul da ilha da Boa Vista.

O central de Povoação Velha, como o nome indica situa-se junto a Povoação Velha no sul da ilha de Boa Vista, esta central terá menos carga a alimentar comparando com a central de Sal Rei tendo em conta que essa central não irá alimentar nem porto nem aeroporto, e as principais cargas ou centro de consumo estarão ligadas as ZDTI (Morro de Areia, Sta. Mónica Este e Sta. Mónica Oeste), ao próprio consumo da vila da Povoação, e a ETA e a ETAR.

Neste ponto pretende-se simular, como poderão evoluir o consumo eléctrico dessas cargas, e para isso iremos simular 6 cenários diferentes de evolução de consumo relativo as cargas já referenciadas.

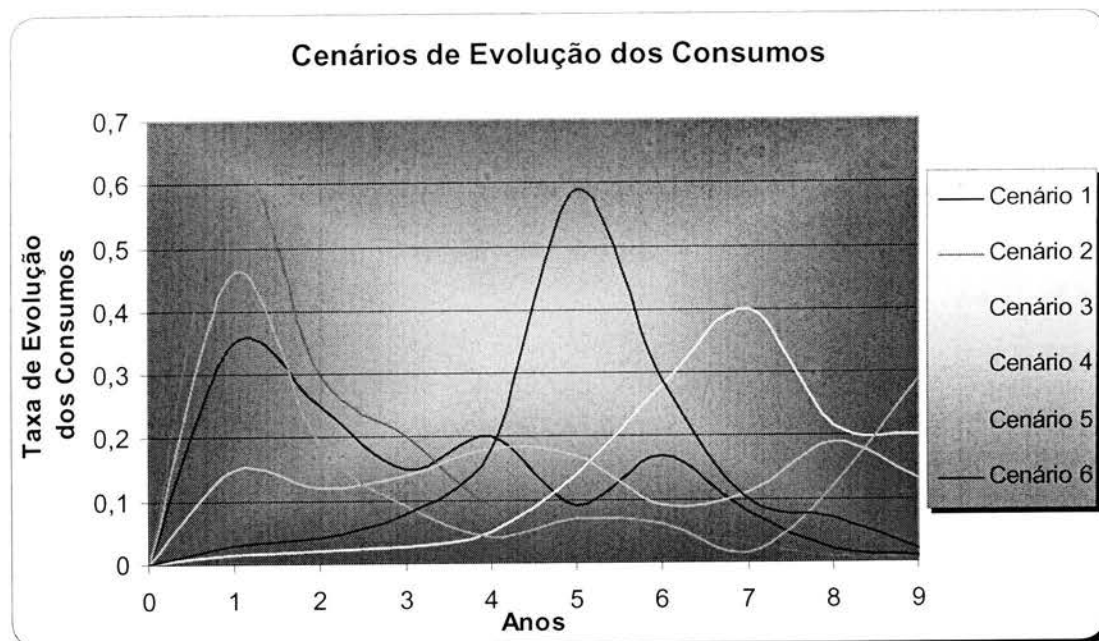


Fig. 21 – Diagramas de evolução do consumo em cada cenário na região Sul de Boa Vista

3.2.1. Cenário 1

Neste cenário supõem-se que, nos primeiros anos, haverá um consumo eléctrico bastante significativo, tendo em conta o surgimento dos primeiros consumos relacionados com a dessalinizadora e com o ETAR da Povoação Velha. As infra-estruturas turísticas irão surgir, ao longo dos anos, nas denominadas ZDTI, primeiro nas zonas de Sta. Mónica (Este e Oeste), alargando depois para a zona de Morro de Areia. Serão empreendimentos turísticos ligados aos: Hotéis de luxo, Hotéis de 4 e 5 estrelas, Vivendas, Town Houses e Apartamentos.

O surgimento das infra-estruturas turísticas irá aumentar a população na região da Povoação velha, e consequentemente levará a um aumento dos consumos eléctricos, portanto nos anos intermédios a evolução do consumo terá a ver com o aumento da população, o aparecimento ou aumento de consumo das infra-estruturas ligadas a esse desenvolvimento.

Nos últimos anos a evolução de consumo será mais ou menos acentuada, dado que nessa fase o projecto turístico já estará no fim, e as cargas que poderão surgir estarão ligadas por exemplo a novos estabelecimentos de comércio que vão surgindo, mas também com a grande procura por parte dos turistas e pela oportunidade de negócios.

Com base no cenário acima traçado a taxa de evolução de consumo eléctrico será de acordo com a tabela seguinte:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,35	0,25	0,15	0,2	0,09	0,17	0,08	0,02	0,01

Tabela 12 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 1

De acordo com esta taxa de evolução de consumo pode-se construir o gráfico de evolução do consumo de energia eléctrica, para os 10 anos.

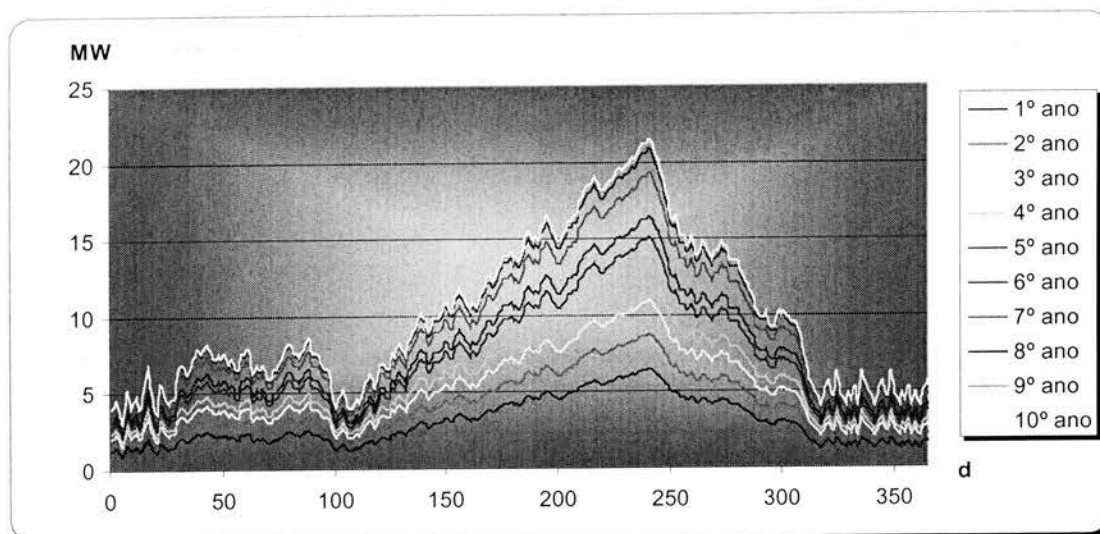


Fig.22 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 1

3.2.2. Cenário 2

Para o segundo cenário, considerou-se que nos primeiros 2 anos haverá uma enorme evolução de consumo de energia eléctrica, devido a necessidade de implementar a construção, logo no início do projecto, os principais empreendimentos turísticos e todos os suportes para o desenvolvimento do programa de desenvolvimento turístico, nomeadamente o ETA e o ETAR, o que levará a um aumento considerável da população nas Regiões pertos da ZDTI.

A partir dos anos intermédios a evolução de consumo tenderá a diminuir, uma vez que os principais empreendimentos já terão sido construídos, portanto a evolução de consumo desse período estará ligado ao crescimento da região da Povoação Velha, mais afastadas das ZDTI, e de toda as infra-estruturas que irão suportar esse crescimento.

A previsão de aumento de consumo será bastante reduzida no fim desses 10 anos, ligada apenas a necessidade de aumento de consumo de água e de electricidade por parte da população e dos pequenos empreendimentos comerciais que irão surgir.

Com base neste cenário definiu-se que a taxa de evolução de consumo irá seguir os valores de acordo com a seguinte tabela:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,63	0,3	0,2	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01	0,005

Tabela 13 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 2

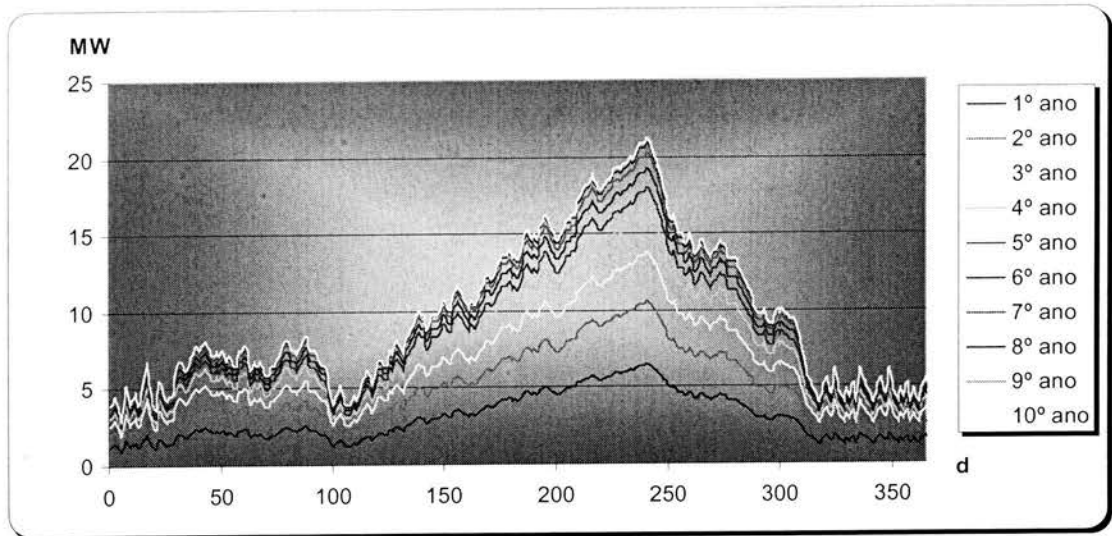


Fig.23 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 2

3.2.3. Cenário 3

Para este cenário três, supõem-se que, a evolução de consumo nos anos iniciais será muito baixa na perspectiva em que nesses primeiros anos irá surgir empreendimentos apenas ligados a estrutura básica de funcionamento para as grandes infra-estruturas que irão surgir ao longo dos anos, como a dessalinizadora e a ETAR da Povoação Velha.

Só numa fase intermédia, a partir do sexto ano, é que haverá um grande aumento de consumo de energia eléctrica, com a construção de empreendimentos ligados as ZDTI, principalmente coma a construção dos vários hotéis e apartamentos, e consequente o alargamento da população nessa região do Sul da ilha, que por seu lado terá um aumento de consumo associado.

No último ano, essa evolução de consumo irá baixar novamente, uma vez que se supõe que, nesse período o projecto já estará praticamente concluído, e o consumo desse ano será então, devido a necessidade de actualização energética, principalmente no que se refere ao aumento do consumo de água por parte da população, o que leva ao aumento do consumo da dessalinizadora, e claro da actualização ligada a ETAR, dado o aumento dos resíduos.

Perante esse cenário podemos construir esta tabela de evolução de consumo eléctrico, bem como traçar o gráfico de evolução de consumo diária para os 10 anos.

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,015	0,019	0,025	0,051	0,14	0,28	0,4	0,215	0,2

Tabela 14 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 3

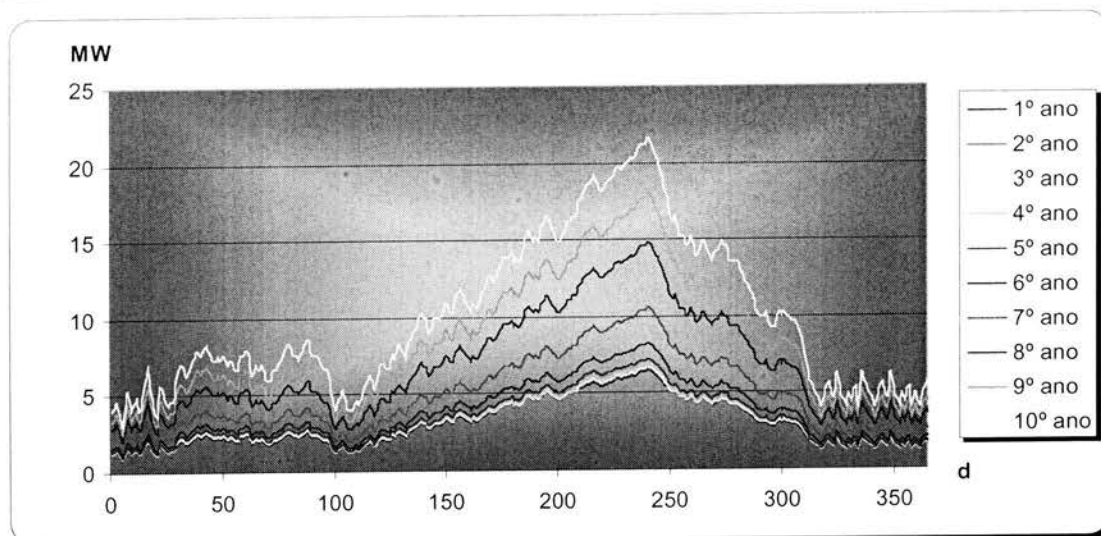


Fig.24 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 3

3.2.4. Cenário 4

Para este cenário pretende-se que o aumento da evolução do consumo eléctrico seja quase linear ao longo dos anos, ou seja durante os 10 anos a evolução do consumo irá acompanhar os empreendimentos que serão implementados de formas mais ou menos equilibradas ao longo do período mencionado.

Deste modo, nos primeiros anos os empreendimentos que irão surgir, serão um pouco ligado as estruturas básicas iniciais num projecto turístico de grande dimensão, infra-estruturas ligados ao saneamento, ETA e ETAR, aparecimento dos primeiros hotéis de luxo vivendas e apartamentos, e claro, tudo isso acarreta um crescimento significativo da população ao longo dos anos e o consumo de energia eléctrica irá acompanhar esse aumento.

Já a partir do quinto ano o aumento do consumo estará ligado ao continuo aumento da população, tanto turística como não turística, o que implica aumento de consumo de água e aumento das águas residuais, o que leva a necessidade de aumentar a capacidade do ETA e do ETAR, aparecerão vários hotéis, town houses, vivendas e apartamentos.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,15	0,12	0,14	0,18	0,17	0,09	0,11	0,19	0,13

Tabela 15 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 4

Com base na tabela de evolução de consumo acima pode-se traçar a tabela de evolução de consumo diário ao longo dos 10 anos.

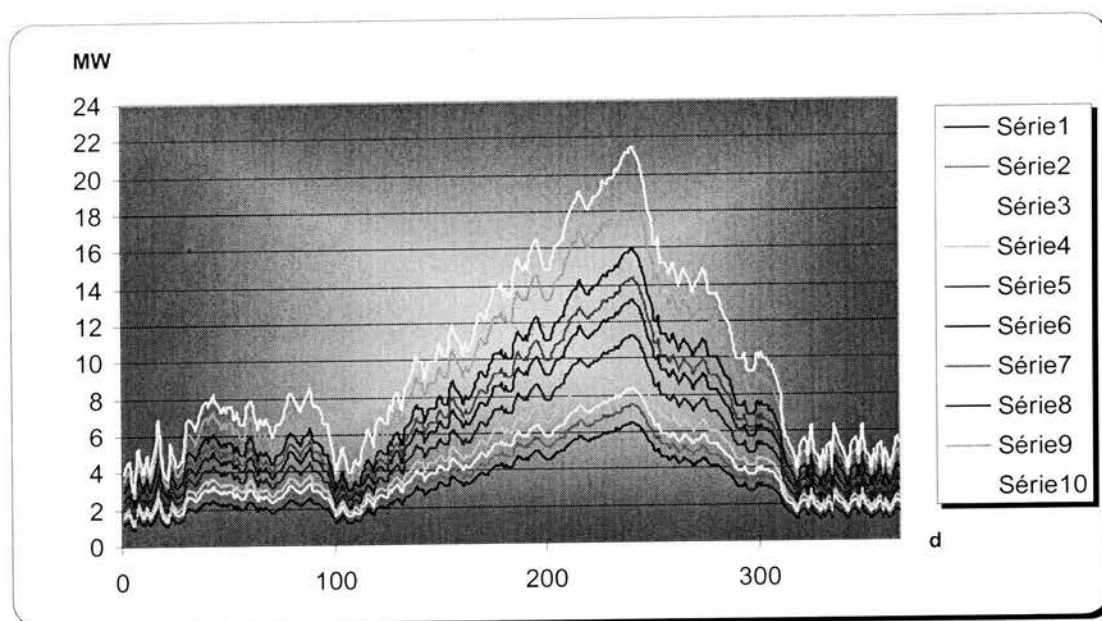


Fig.25 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 4

3.2.5. Cenário 5

Neste quinto cenário, supõem-se que haverá uma evolução de consumo que será pouco provável no que toca ao aparecimento dos empreendimentos ao longo dos 10 anos, neste cenário os empreendimentos irão aparecer de forma muito acentuado, no primeiro e no ultimo ano do projecto, e de forma menos acentuada nos anos intermédios.

Assim sendo, pressupõem-se que ocorre se teve que arrancar com a construção não só das principais infra-estruturas para o bom funcionamento da ilha, como a ETA e a ETAR, mas também a construção de alguns hotéis de luxo e apartamentos, justificando assim um excessivo aumento de consumo eléctrico.

A partir do segundo ano a implementação do projecto turístico continua com o aparecimento de novos hotéis, vivendas e town houses, aparecendo lentamente ao longo dos anos seguintes, pressupondo-se que a partir dessa altura já se tenha recuperado atraso inicial, portanto a evolução de consumo será baixa a partir dessa altura.

Essa evolução de consumo reduzida, irá continuar até ao penúltimo ano do projecto, tendo como base, a evolução de consumo por parte da população que também aumentou consideravelmente.

No último ano pressupõem-se um grande aumento de consumo, provocado pela enorme procura por parte da população turística devido a enorme propaganda turística feita a nível internacional.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,46	0,19	0,09	0,04	0,071	0,06	0,015	0,12	0,29

Tabela 16 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 5

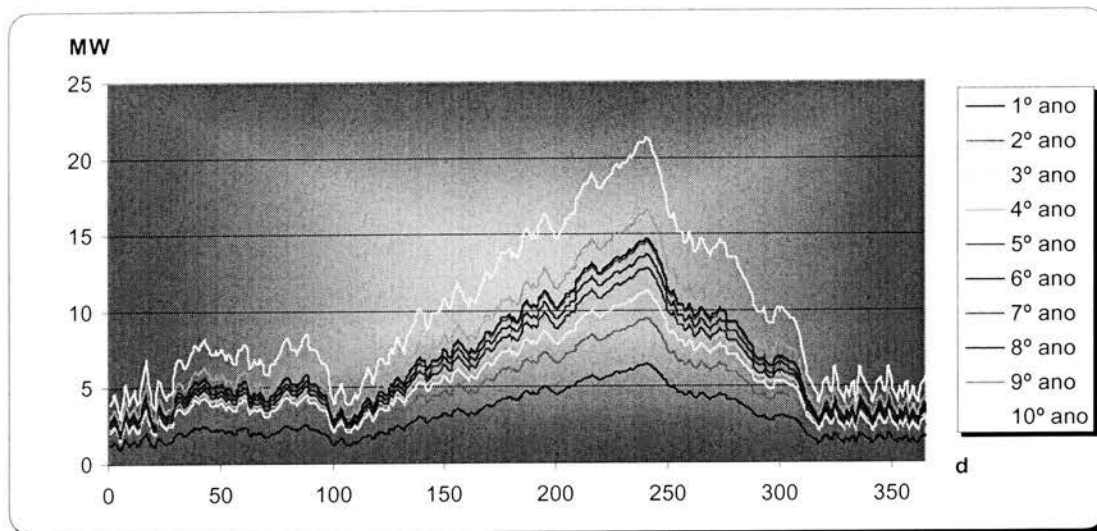


Fig.26 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 5

3.2.6. Cenário 6

Para este último cenário pretende-se simular e justificar uma situação em que os grandes empreendimentos surgirão numa fase intermédia do projecto. Esta situação de evolução de consumo com um forte pico na parte intermédia no projecto em estudo e menos acentuada nos anos iniciais e finais é facilmente justificável uma vez que será uma situação provável de ocorrer.

Portanto, pressupõem-se que, nos primeiros anos os surgirá apenas as infra-estruturas básicas que irão sustentar todo o desenvolvimento que irá surgir, como por exemplo a ETA e a ETAR.

A partir do 4º ano começarão a surgir os grandes empreendimentos turísticos nas zonas de Morro de Areia e Sta. Mónica, com o aparecimento dos grandes hotéis, das vivendas e de todas estruturas ligada a sua implementação.

A partir do sétimo ano a evolução do consumo voltará a baixar até ao fim do projecto, em que nessa fase, o aumento do consumo estará ligada ao aumento da população e as várias actualizações necessários a bom funcionamento da ilha.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,03	0,04	0,08	0,18	0,59	0,29	0,1	0,07	0,02

Tabela 17 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 6

O gráfico seguinte reflecte a evolução diária do consumo para os 10 anos de duração do projecto.

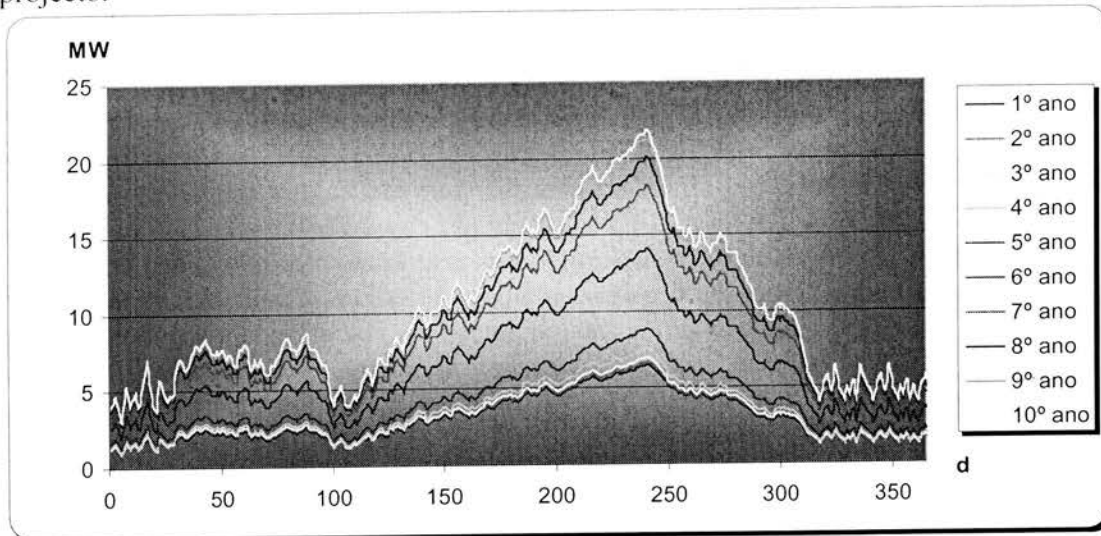


Fig.27 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 6

3.3. Cenários relativo a evolução de consumo na ilha do Maio.

Pretende-se nesse capítulo dar a conhecer os possíveis cenários de evolução de consumo relativo a ilha do Maio, tendo em conta o aumento do consumo da energia nas cargas alimentadas pela na central eléctrica da Vila do Maio e pelo Parque eólico de Achada Riba.

As principais cargas que nos dão essa noção de evolução de consumo serão as ligadas as ZDTI's, ao consumo da população, a ETA, a ETAR, ao Porto e ao Aeroporto, em que as principais infra-estruturas estão situadas na Vila de Maio, onde há o maior número de população e as melhores condições para o desenvolvimento das mesmas.

De forma a permitir um conhecimento das várias situações possíveis, simulou-se 6 cenários diferentes de evolução de consumo eléctrico, para os 10 anos previstos no planeamento a efectuar:

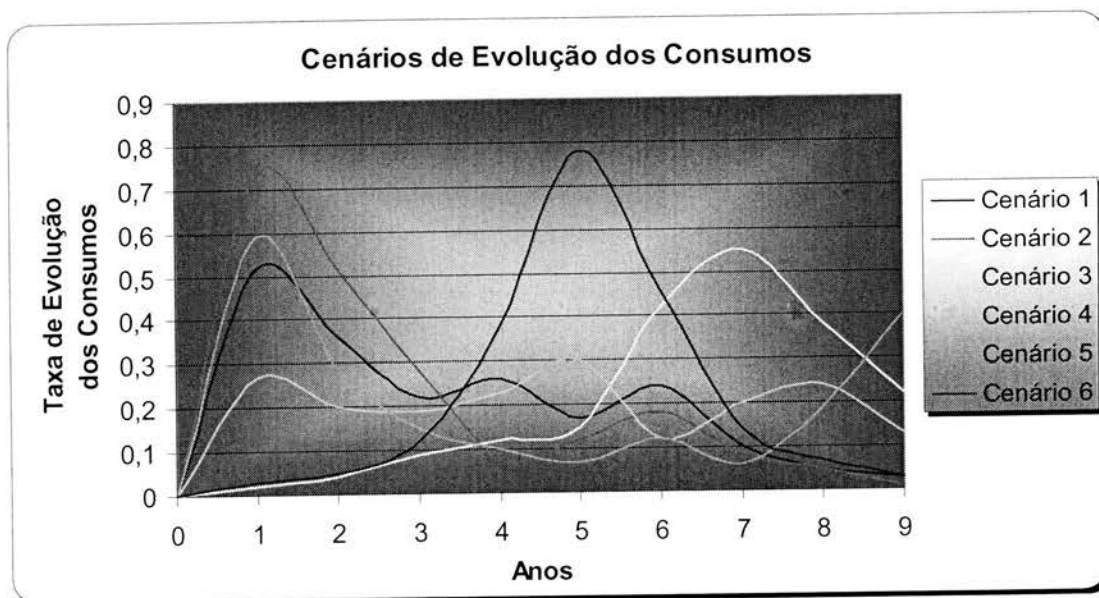


Fig. 28 – Diagramas de evolução de consumo em cada cenário na ilha do Maio

3.3.1. Cenário 1

Para este cenário, supõem-se que os primeiros anos do projecto serão implementadas as principais infra-estruturas ligadas ao transporte, como as estradas, o Porto, o Aeroporto, e ligadas ao saneamento como o ETAR, e claro a Dessalinizadora.

Ao longo dos restantes anos serão construídas empreendimentos turísticos nos ZDTI's começando pela Vila do Maio (Norte e Sul), passando pela Duna do Sul, pelo Golf Resort, acabando na Ribeira de D.Jão, implicando um aumento progressivo do consumo ao longo dos anos. Assim sendo nos últimos anos do projecto o consumo estará mais ligado as actualizações necessárias devido ao crescente aumento da população turística e não turística.

Com base no cenário acima traçado a taxa de evolução de consumo eléctrico será de acordo com a tabela seguinte:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,52	0,36	0,22	0,26	0,17	0,24	0,1	0,05	0,03

Tabela 18 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 1

De acordo com esta taxa de evolução de consumo pode-se construir o gráfico de expansão do consumo de energia eléctrica, para os 10 anos, que mostra que ao longo dos anos a evolução do consumo é quase proporcional.

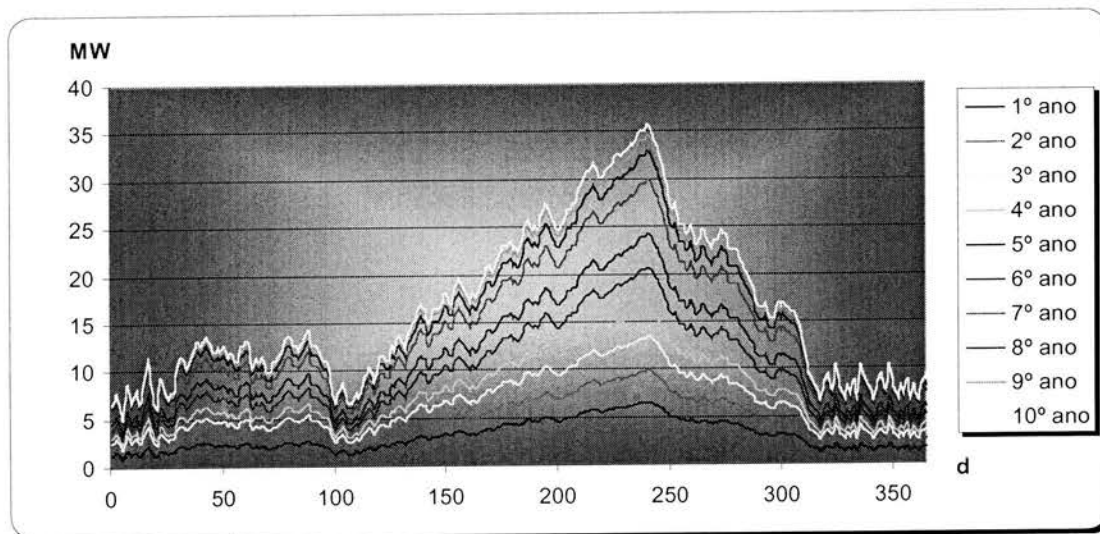


Fig.29 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 1

3.3.2. Cenário 2

Neste segundo cenário, considerou-se que nos 2 anos primeiros haverá uma enorme evolução de consumo de energia eléctrica, ligado as necessidades das construções, no início do projecto, dos principais empreendimentos turísticos e todos os suportes para o desenvolvimento do programa de desenvolvimento turístico, como o Porto, o aeroporto, a ETA e a ETAR.

A partir do terceiro ano a evolução de consumo tenderá a diminuir, portanto a evolução de consumo a partir dessa altura, estará ligado ao crescimento da regiões mais afastadas das ZDTI, como Morro, Morrinho, Calheta, Figueira, Barreiro, etc, e de toda as infra-estruturas que irão suportar esse crescimento.

A previsão de aumento de consumo continuará reduzida até ao final dos 10 anos, ligada apenas a necessidade de aumento do consumo de água e de electricidade por parte da população e dos pequenos empreendimentos comerciais que irão surgir e a actualização do consumo das cargas já existentes.

Com base neste cenário definiu-se que a taxa de evolução de consumo irá seguir os valores de acordo com a seguinte tabela:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,73	0,52	0,28	0,08	0,12	0,18	0,08	0,05	0,01

Tabela 19 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 2

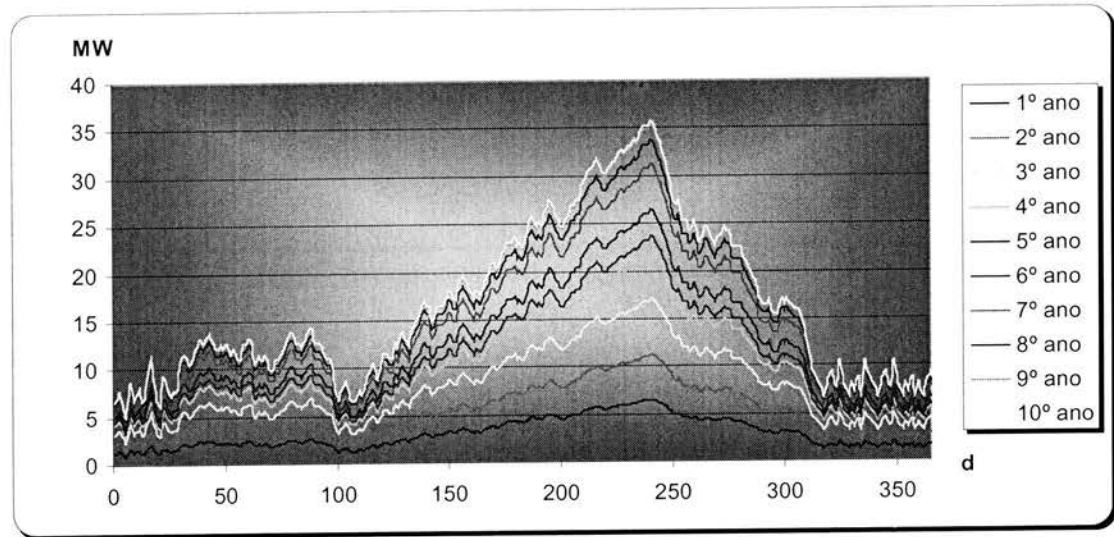


Fig.30 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 2

3.3.3. Cenário 3

Neste cenário, supõem-se que a evolução de consumo nos anos iniciais será muito baixa, na perspectiva em que nesses primeiros anos irá surgir empreendimentos apenas ligados ao funcionamento básico das grandes infra-estruturas, que irão surgir ao longo dos anos, como a dessalinizadora e o ETAR da Vila do Maio.

Já na fase intermédia, a partir do sexto ano, haverá um grande aumento de consumo de energia eléctrica, com a construção de empreendimentos turísticos ligados as ZDTI, principalmente coma a construção dos vários hotéis e apartamentos, e o consequente o alargamento da população em todas as regiões da ilha, e que por seu lado terá um aumento de consumo considerável.

No último ano, essa evolução do consumo irá baixar novamente, uma vez que se supõe que nesse ano consumo estará ligado apenas a necessidade de actualização energética.

Perante esse cenário pode-se construir a tabela de evolução de consumo eléctrico, bem como traçar o gráfico de evolução de consumo diária para os 10 anos.

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,02	0,04	0,09	0,12	0,15	0,42	0,55	0,38	0,22

Tabela 20 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 3

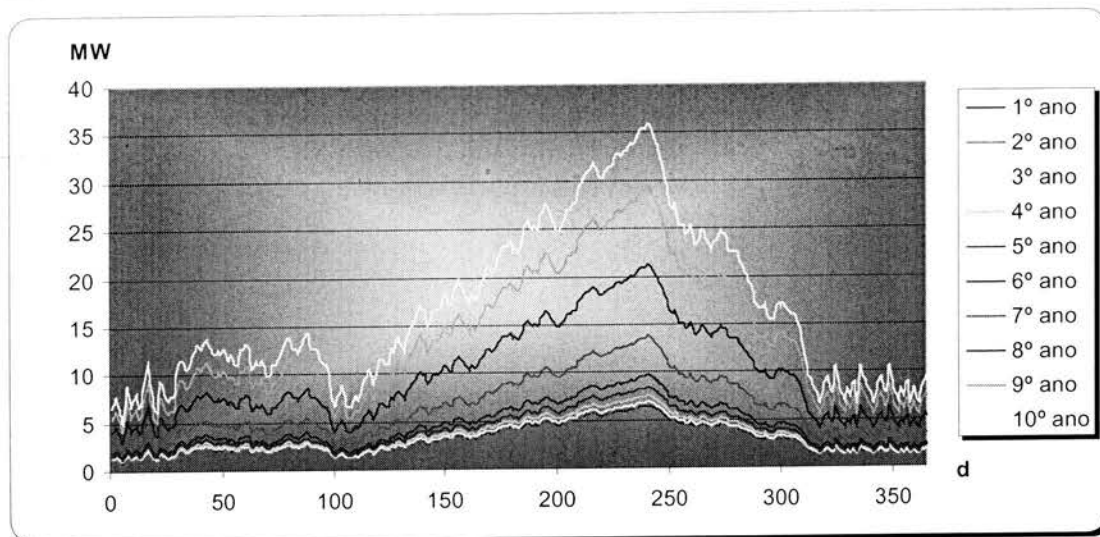


Fig.31 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 3

3.3.4. Cenário 4

Neste cenário, pretende-se que o aumento da evolução do consumo eléctrico seja mais ou menos progressivo ao longo dos anos de duração do projecto, ou seja durante o período que demora o projecto, a evolução do consumo ligado aos empreendimentos turísticos, seja implementada de forma mais ou menos equilibradas ao longo do período mencionado.

Portanto, nos primeiros anos os empreendimentos que irão surgir, serão um pouco ligado as infra-estruturas básicas de funcionamento num projecto turístico de grande dimensão, infra-estruturas ligados ao saneamento, ETA e ETAR, aparecimento dos primeiros hotéis de luxo, vivendas e apartamentos, e claro, tudo isso acarreta um crescimento significativo da população ao longo dos anos, e um consumo de energia eléctrica.

Esse aumento progressivo de consumo estará ligada ao continuo aumento da população, tanto turística como não turística, o que implica aumento de consumo de água e águas residuais, o que leva a necessidade de aumentar a capacidade da ETA e da ETAR, aparecerão vários hotéis, town houses, vivendas e apartamentos, por forma a satisfazer a crescente procura dos turistas.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução do consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,27	0,2	0,19	0,23	0,3	0,12	0,2	0,24	0,13

Tabela 21 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 4

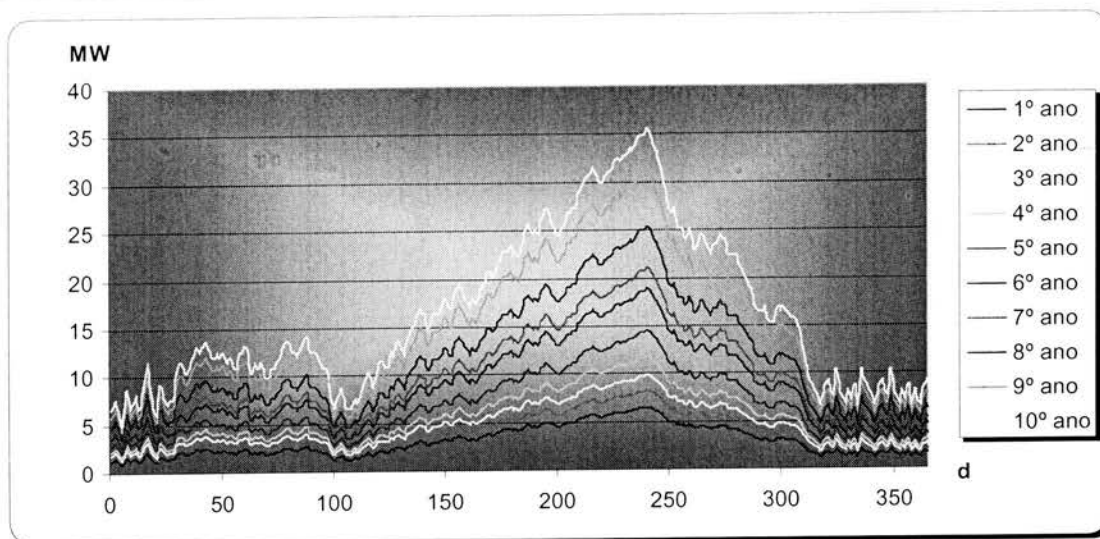


Fig.32 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 4

3.3.5. Cenário 5

Para este cenário, supõem-se que haverá um evolução de consumo que será um pouco provável de acontecer no que toca ao aparecimento dos empreendimentos ao longo dos 10 anos, desta forma supõem-se que, os empreendimentos irão aparecer de forma muito acentuado, no primeiro e no ultimo ano do projecto, e de forma menos acentuada nos anos intermédios.

Assim sendo, pressupõem-se teve-se que iniciar com a construção não só das principais infra-estruturas, como a ETA e a ETAR, o Porto e o aeroporto, mas também a construção de alguns hotéis de luxo e apartamentos, logo no primeiro ano, justificando assim um excessivo aumento de consumo eléctrico.

A partir do segundo ano a implementação do projecto turístico continua com o aparecimento de novos hotéis, vivendas e town houses, aparecendo de forma mais lenta ao longo dos anos seguintes, portanto a evolução de consumo será baixa a partir dessa altura. Essa baixa evolução de consumo, irá continuar até ao penúltimo ano do projecto, tendo como base, o aumento da população não só nas ZDTI como das regiões circundantes.

Para o último ano prevê-se um grande aumento de consumo, provocado pela enorme procura por parte dos comerciantes e empresários de outras ilhas que viram grandes oportunidades de negócio com o progresso da ilha.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,59	0,29	0,15	0,1	0,07	0,12	0,06	0,19	0,4

Tabela 22 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 5

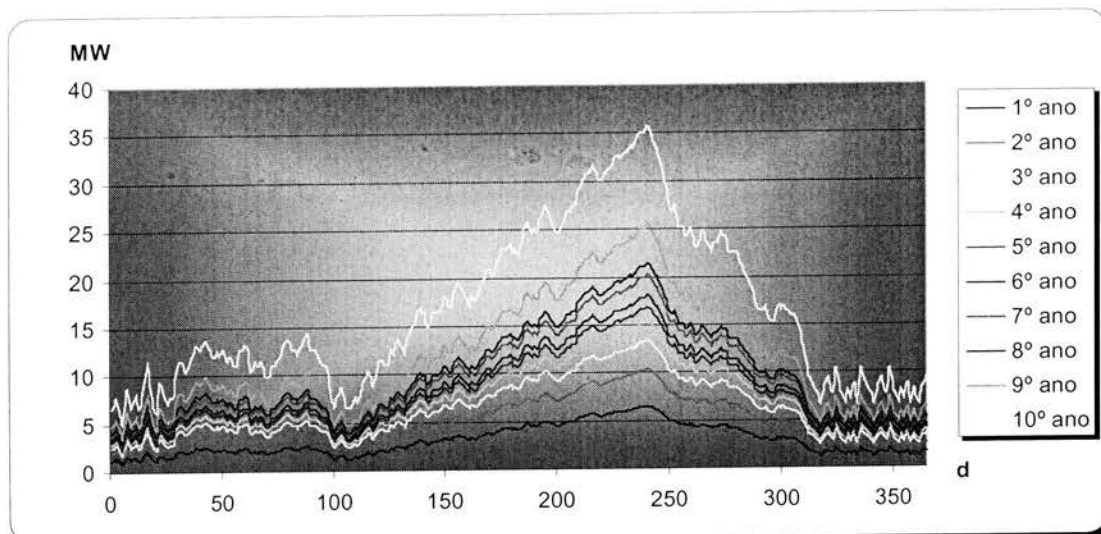


Fig.33 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 5

3.3.6. Cenário 6

Para este cenário pretende-se ter em atenção, uma situação em que os grandes empreendimentos surgirão numa fase intermédia do projecto. Esta situação de evolução de consumo com um forte pico na parte intermédia e menos acentuada nos anos iniciais e finais é facilmente justificável uma vez que poderá ser uma situação provável de ocorrer.

Pressupõem-se que, nos primeiros anos os responsáveis do projecto estarão mais preocupados em garantir as infra-estruturas básicas que irão sustentar todo o projecto, como por exemplo, a ETA e a ETAR, o Porto e o Aeroporto.

A partir do quarto ano começarão a surgir os grandes empreendimentos turísticos nas zonas de Vila do Maio e Duna do sul, com o aparecimento dos grandes hotéis de luxo, das vivendas e de todas estruturas ligada a sua implementação.

A partir do sétimo ano a evolução do consumo voltará a baixar até ao fim do projecto, em que nessa fase, o aumento do consumo estará ligada ao aumento da população e as várias actualizações energéticas necessários ao bom funcionamento da ilha.

Perante tal cenário é nos possível estabelecer a seguinte tabela de taxa de evolução de consumo das cargas:

Taxa de evolução do consumo								
1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano	7ºano	8ºano	9ºano
0,03	0,05	0,12	0,38	0,78	0,46	0,14	0,07	0,03

Tabela 23 – Taxa de evolução de consumo para o cenário 6

O gráfico seguinte reflecte a evolução diária do consumo para os 10 anos de duração do projecto.

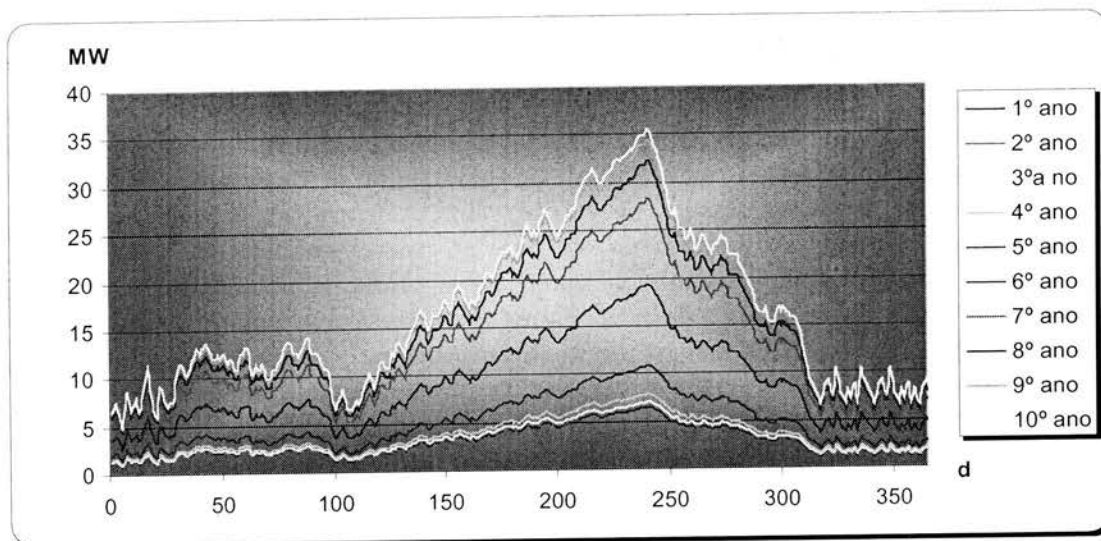


Fig.34 – Diagramas anual de pontas diárias para o cenário 6

4. Análise dos Planos de Expansão dos Sistemas Produtores

Para avaliar os cenários propostos no capítulo 3 foi utilizado um programa em *Visual Basic*, onde se estuda a Fiabilidade de Sistemas Produtores e de Transporte, que corresponde ao estudo a aplicar no nosso projecto de optimização da expansão do sistema produtor. Considerando que apenas iremos trabalhar a expansão de um sistema produtor, o estudo de fiabilidade irá corresponder ao nível I, ou HL I (Hierarquic Level I). *“O Nível II, ou HL II, compreende já ao conjunto do sistema de produção e da rede de transporte, tendo como limite as principais subestações de ligação as redes de repartição ou distribuição, bem como os postos de interligação com outros sistemas. Nos anos mais recentes, a capacidade instalada sob a forma de produção dispersa tem aumentado de importância, pelo que a extensão dos estudo de fiabilidade ao HL III, (englobando o conjunto dos sistemas de produção, transporte e distribuição) tem vindo a ser proposta e sentida como uma necessidade inadiável”*.

Como forma de se interpretar melhor os resultados obtidos através do programa, e dar suporte na base de cálculos probabilísticos iniciais para correr o programa foi desenvolvido uma ferramenta de cálculo que nos permite obter resultados efectuando o mesmo estudo de fiabilidade nível I., permitindo assim estabelecer uma analogia entre resultados.

Os resultados a analisar serão a expansão do sistema produtor utilizando apenas grupos Diesel de 5MW, grupos Diesel de 5MW juntamente com incorporação de parques eólicos, grupos Diesel de 5 e 10 MW, e grupos Diesel de 5 e 10 MW mais incorporação de parques eólicos. Estes resultados apontados serão todos obtidos pelo programa, excepto os resultados utilizando os grupos Diesel de 5 MW em que além do software foi utilizada a ferramenta de cálculo desenvolvida por nós no Excel.

Os resultados obtidos através da ferramenta de cálculo correspondem a elaboração do cálculo do risco da perda de carga, através de LOLE (loss of load expectation) e do LOLP (loss of load probability), a respectiva evolução do risco com a variação da carga do sistema, e o respectivo investimento associado. Os resultados obtidos permitem ainda obter o gráfico de evolução do risco com a variação anual da carga do sistema, que nos indica os anos em que devem entra em serviço os novos reforços no parque produtor, satisfazendo o critério de fiabilidade admitido.

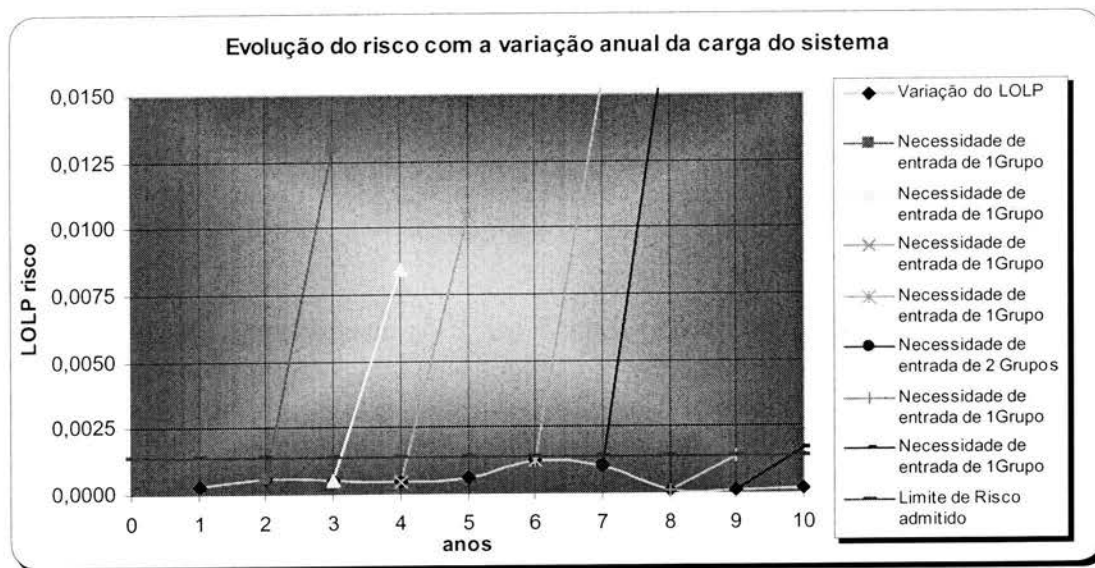
“Um valor típico de Risco, tomado como meta de planeamento, é de 0.1 dias/ano, que deve ser interpretado da seguinte forma: em média, o sistema não terá capacidade de geração disponível para alimentar a ponta do diagrama de cargas um dia de dez em dez anos”. O valor de risco considerado no trabalho foi de 0,5 dias/ano tanto para correr o programa como no estudo através da ferramenta de cálculo.

Em qualquer um dos processos utilizados para encontrar os planos de expansão ficou definido que todas as centrais inicialmente funcionam com 3 grupos diesel de 5 MW, e com taxas de saída de serviço (F.O.R – Forced Outage Rate) iguais a 0.02. para os grupos de 5MW e 0.015 para os grupos de 10MW

4.1. Planos de expansão da Central de Sal Rei

4.1.1. Plano de expansão correspondente ao cenário 1

Resultados da ferramenta de cálculo:



De acordo com o crescimento previsto no cenário 1, até atingir-se a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 3,4,5,7,8,9, e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 8 em que é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	22,97535057
LOLP (%)	0,04914824
LOLE (dia/ano)	0,179391078
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 24 – Dados do plano.

Resultados do programa:

Para trabalhar com o programa foram elaborados 13 sistemas base de produção definindo assim 13 planos possíveis para avaliar os cenários de expansão da central de Sal Rei:

Plano 1 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e apenas a entrada de grupos Diesel nos anos seguintes.

Plano 2 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW+ os 2 Parques Eólicos previsto para ilha.

Plano 3 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW + o Parque Eólico de Vigia.

Plano 4 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW + o Parque Eólico de Topona.

Plano 5 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 10º ano.

Plano 6 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 9º ano

Plano 7 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 8º ano

Plano 8 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 7º ano

Plano 9 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 6º ano

Plano 10 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 5º

Plano 11 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 4º ano

Plano 12 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 3º

Plano 13 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada dos 2 Parques Eólicos no 2º

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Plano 1	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW
Plano 2	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 3	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Viq.
Plano 4	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.	Diesel 3x5MW + P.Eol.Top.
Plano 5	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 6	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 7	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 8	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 9	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 10	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 11	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 12	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.
Plano 13	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.	Diesel 3x5MW + 2 P.Eol.

Fig. 36 – Quadro do sistema produtor base considerado para a expansão do parque produtor da central de Sal Rei.

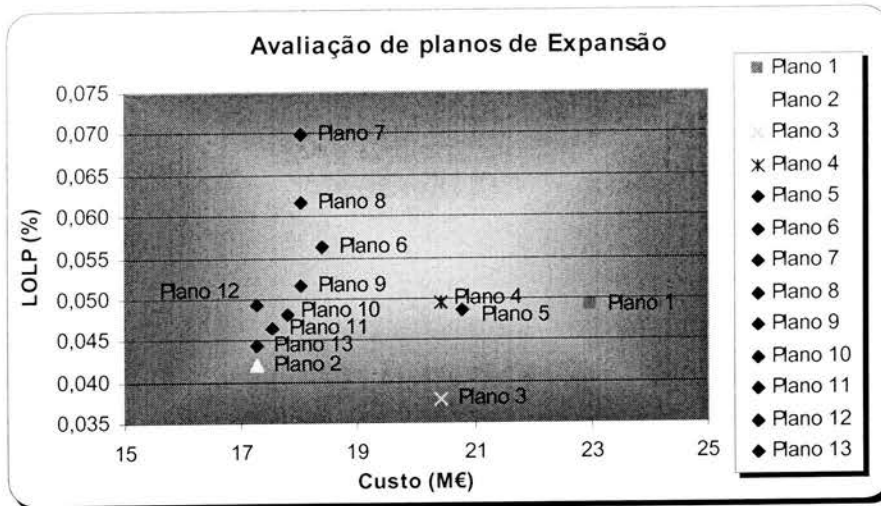


Fig. 37 – Planos considerando entrada de Grupos de 5 MW.

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Nº Grupos Diesel
Plano 1	0,049148241	0,17939108	22,97535057	8
Plano 2	0,042053479	0,153495197	17,25549336	6
Plano 3	0,037810384	0,138007903	20,40907337	7
Plano 4	0,049570987	0,180934103	20,40907337	7
Plano 5	0,048530956	0,177137988	20,77518151	7
Plano 6	0,056219636	0,205201671	18,39899891	6
Plano 7	0,069761701	0,254630207	18,03289078	6
Plano 8	0,061711721	0,225247782	18,03289078	6
Plano 9	0,051543378	0,18813333	18,03289078	6
Plano 10	0,048210069	0,175966751	17,79342632	6
Plano 11	0,046541928	0,169878036	17,53480471	6
Plano 12	0,049384584	0,18025373	17,25549336	6
Plano 13	0,044470465	0,162317198	17,25549336	6

Tabela 25 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos obtidos neste cenário observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 3 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). Isto significa que deve-se decidir entre considerar o plano 2 permitindo um menor custo de investimento ou considerar o plano 3 que requer um maior investimento mas fornece uma maior fiabilidade. Ou seja nesta análise constata-se que o critério de decisão não implicará directamente a escolha do plano com o melhor trade-off mas sim aquele que estiver fora das restrições admitidas pela empresa. O plano unicamente diesel como é de se esperar é caracterizado por ser o mais dispendioso economicamente.

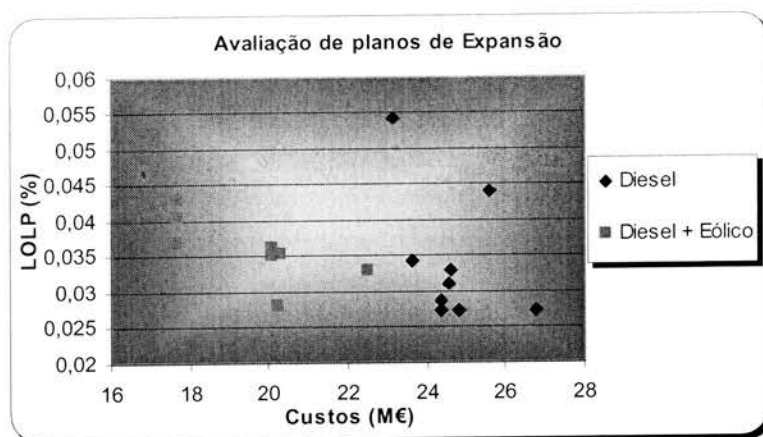


Fig. 38 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW.

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mesmo em relação a taxas de perda de carga neste cenário não consegue apresentar valores mais atractivo do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.2. Plano de expansão correspondente ao cenário 2

Resultados da ferramenta de cálculo:



Fig. 39 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 2

De acordo com o crescimento previsto no cenário 2, até atingirmos a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 2,3,4,5,6 e 9 e nos anos 2,4,5 e 9 em cada ano apenas é necessário entrar 1 grupo, no ano 4 e 6 é necessário 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	26,70072
LOLP (%)	0,047584
LOLE (dia/ano)	0,173683
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 26 – Dados do plano

Resultados do programa:

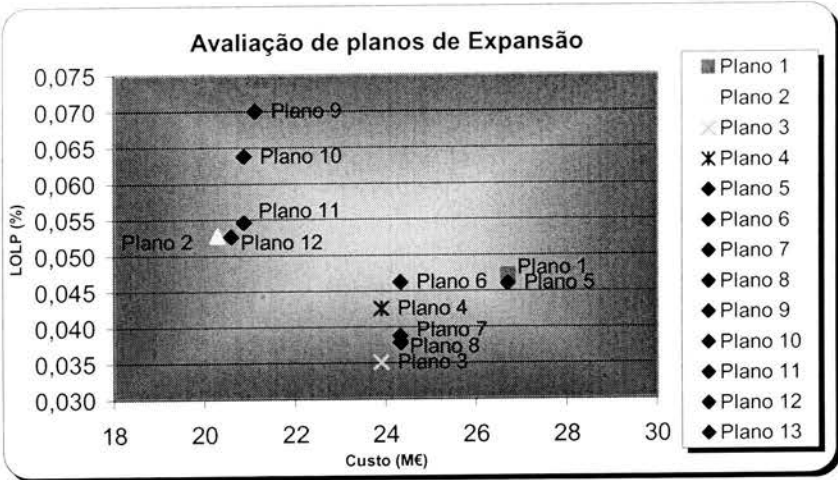


Fig. 40 – Planos considerando entrada de grupos de 5 MW.

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Nº Grupos Diesel
Plano 1	0,047166	0,172155783	26,70072172	8
Plano 2	0,052741	0,19250613	20,289075	6
Plano 3	0,0351	0,12811446	23,8975106	7
Plano 4	0,042569	0,155377887	23,8975106	7
Plano 5	0,046036	0,168029604	26,70072172	8
Plano 6	0,046205	0,168648909	24,32453913	7
Plano 7	0,038764	0,14148678	24,32453913	7
Plano 8	0,037846	0,138137135	24,32453913	7
Plano 9	0,070044	0,255662217	21,10950705	6
Plano 10	0,063776	0,232783909	20,87004259	6
Plano 11	0,0546	0,199291015	20,87004259	6
Plano 12	0,052599	0,191987083	20,59073125	6
Plano 13	0,055158	0,201328131	20,289075	6

Tabela 27 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos obtidos neste cenário observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 3 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). Isto significa que deve-se decidir entre considerar o plano 2 permitindo um menor custo de investimento ou considerar o plano 3 que requer um maior investimento mas fornece uma maior fiabilidade. Ou seja nesta análise constata-se que o critério de decisão não implicará directamente a escolha do plano com o melhor trade-off mas sim aquele que estiver fora das restrições admitidas pela empresa. O plano unicamente diesel como é de se esperar é caracterizado por ser o mais dispendioso economicamente, juntamente com o plano 5.

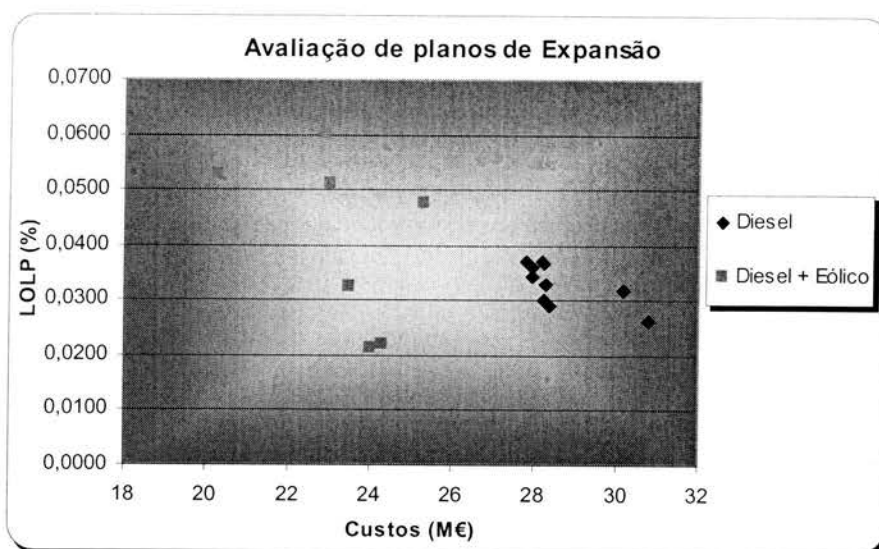


Fig. 41 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW.

Considerando para o cenário 2 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mesmo em relação a taxas de perda de carga neste cenário não consegue apresentar valores mais atractivos do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.3. Plano de expansão correspondente ao cenário 3

Resultados da ferramenta de cálculo:

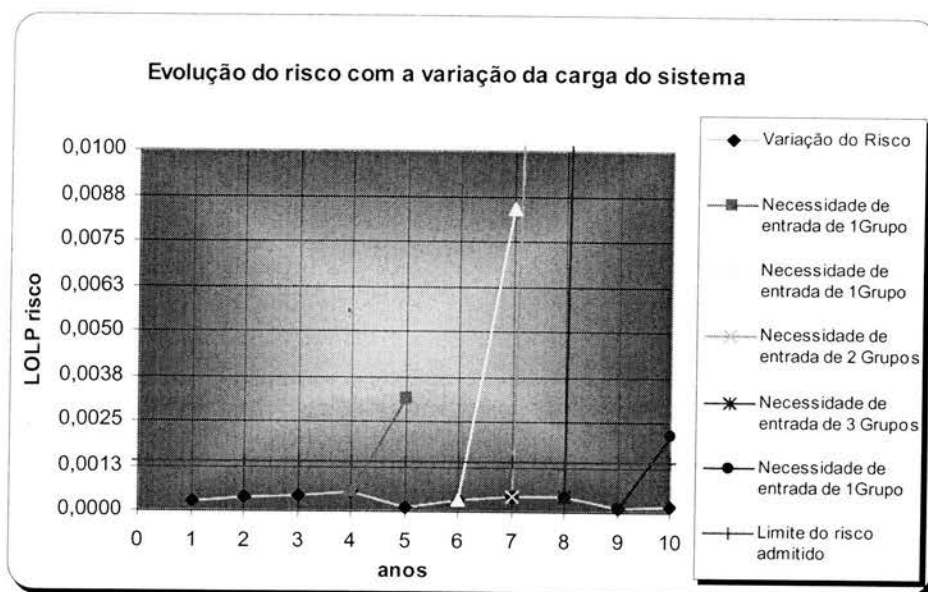


Fig. 42 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 3

De acordo com o crescimento previsto no cenário 3, até atingirmos a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 5,7,8,9 e 10 e nos anos 5,7 e 10 em cada ano apenas é necessário a entrada de 1 grupo, no ano 8 é necessário 2 grupos e no ano 9 é necessário 3 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	20,46562
LOLP (%)	0,030226
LOLE (dia/ano)	0,110325
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 28 – Dados do plano

Resultados do programa:

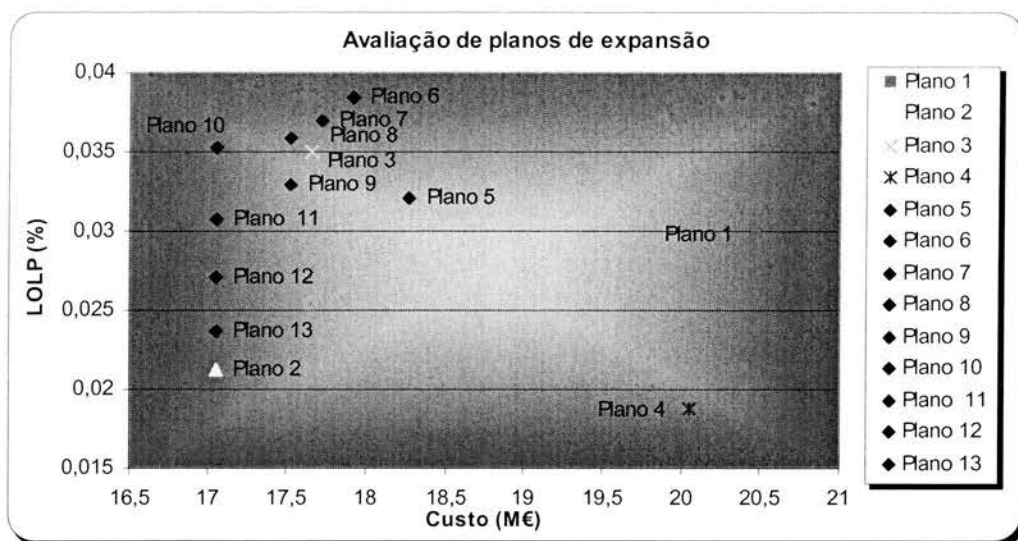


Fig. 43 – Planos considerando entrada de grupos de 5 MW.

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Nº Grupos Diesel
Plano 1	0,030019	0,109568149	20,4656208	8
Plano 2	0,021262	0,07760668	17,0568371	7
Plano 3	0,03498	0,127678605	17,6598792	7
Plano 4	0,018752	0,068445295	20,0501428	8
Plano 5	0,032101	0,117168591	18,2654517	7
Plano 6	0,038384	0,140100525	17,9134247	7
Plano 7	0,036967	0,134931216	17,7233301	7
Plano 8	0,03589	0,130999401	17,5180279	7
Plano 9	0,032934	0,12021036	17,5180279	7
Plano 10	0,035254	0,128675835	17,0568371	7
Plano 11	0,030736	0,112185882	17,0568371	7
Plano 12	0,027036	0,098679867	17,0568371	7
Plano 13	0,023679	0,000236791	17,0568371	0

Tabela 29 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos obtidos neste cenário observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 4 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). Isto significa que deve-se decidir entre considerar o plano 2 permitindo um menor custo de investimento ou considerar o plano 4 que requer um maior investimento mas fornece uma maior fiabilidade. Ou seja nesta análise constata-se que o critério de decisão não implicará directamente a escolha do plano com o melhor trade-off mas sim aquele que estiver fora das restrições admitidas pela empresa. O plano unicamente diesel como é de se esperar é caracterizado por ser o mais dispendioso economicamente.

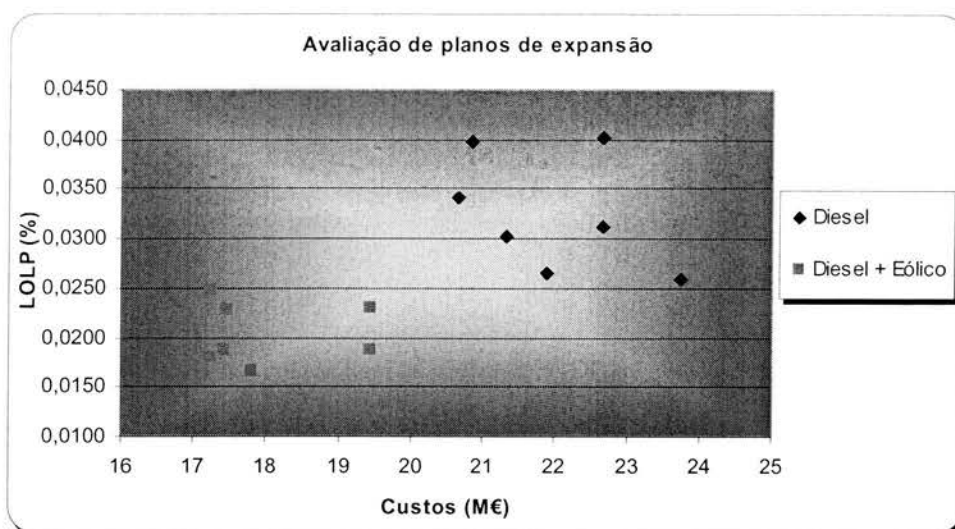


Fig. 44 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 3 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mesmo em relação a taxas de perda de carga neste cenário não consegue apresentar valores mais atractivo do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.4. Plano de expansão correspondente ao cenário 4

Resultados da ferramenta de cálculo:

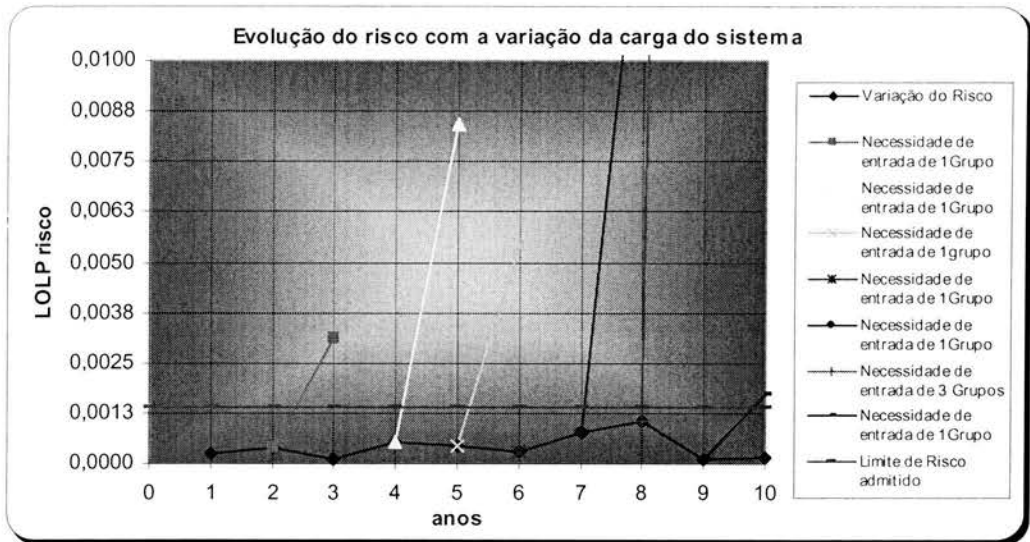


Fig. 45 Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 4

De acordo com o crescimento previsto no cenário 4, até atingirmos a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 3,5,6,8,9 e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 9 em que é necessário fazer entrar 3 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	21,89177
LOLP (%)	0,039911
LOLE (dia/ano)	0,145675
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 30 – Dados do plano

Resultados do programa:

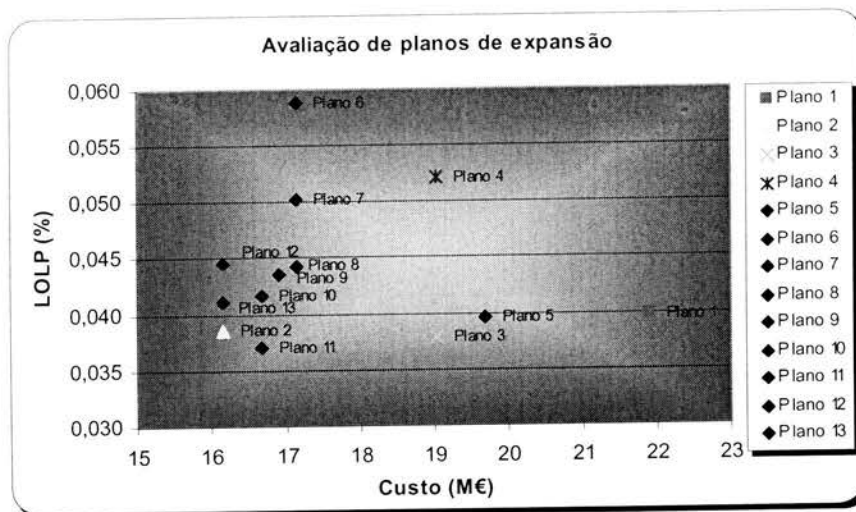


Fig. 46 – Planos considerando entrada de Grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,03976	0,145123	21,89177	8
Plano 2	0,038643	0,141046	16,14028	6
Plano 3	0,037905	0,138353	19,01455	7
Plano 4	0,052118	0,190229	19,01455	7
Plano 5	0,039596	0,144527	19,6916	7
Plano 6	0,058722	0,214336	17,13941	6
Plano 7	0,050178	0,183151	17,13941	6
Plano 8	0,044249	0,161507	17,13941	6
Plano 9	0,043473	0,158676	16,91768	6
Plano 10	0,041685	0,15215	16,67822	6
Plano 11	0,036979	0,134973	16,67822	6
Plano 12	0,044509	0,162458	16,14028	6
Plano 13	0,04106	0,000411	16,14028	6

Tabela 31 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos obtidos neste cenário observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 11 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). Isto significa que deve-se decidir entre considerar o plano 2 permitindo um menor custo de investimento ou considerar o plano 11 que requer um maior investimento mas fornece uma maior fiabilidade. Ou seja nesta análise constata-se que o critério de decisão não implicará directamente a escolha do plano com o melhor trade-off mas sim aquele que estiver fora das restrições admitidas pela empresa. O plano unicamente diesel como é de se esperar é caracterizado por ser o mais dispendioso economicamente.

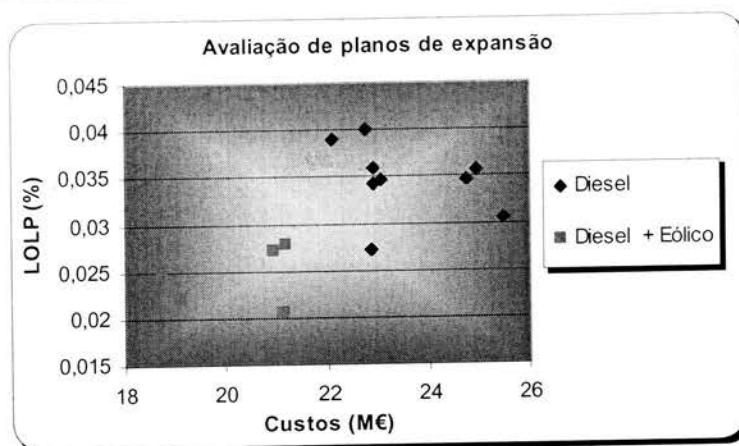


Fig. 47 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 4 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mesmo em relação a taxas de perda de carga neste cenário não consegue apresentar valores mais atractivos do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.5. Plano de expansão correspondente ao cenário 5

Resultados da ferramenta de cálculo:

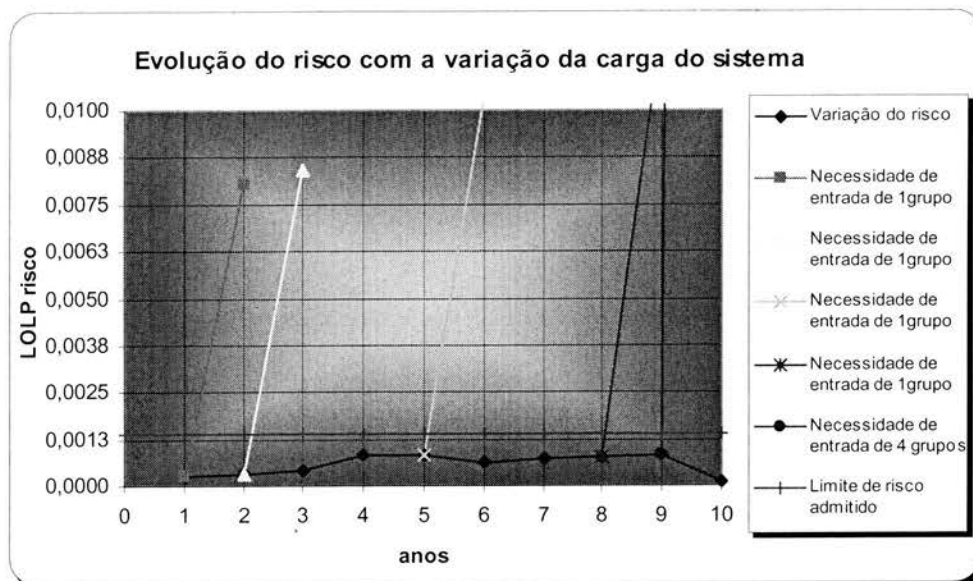


Fig. 48 Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 5

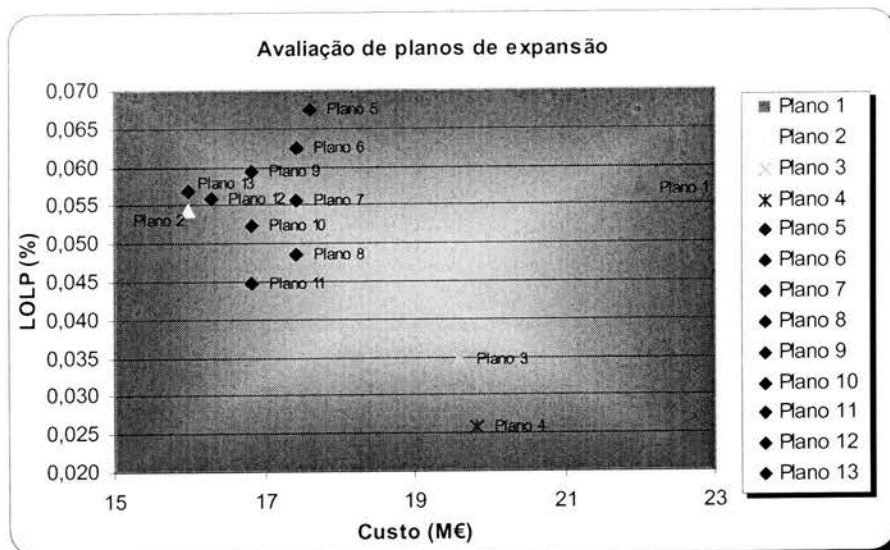
De acordo com o crescimento previsto no cenário 5, até atingir-se a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga, englobando assim as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 2,3,6,9 e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 10 em que é necessário fazer entrar 4 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	22,01323
LOLP (%)	0,056743
LOLE (dia/ano)	0,207111
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 32 – Dados dos Planos

Resultados do programa:



	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Nº Grupos Diesel
Plano 1	0,056743	0,207110756	22,01322714	8
Plano 2	0,054334	0,19832058	15,98016313	6
Plano 3	0,034688	0,126609996	19,59133172	7
Plano 4	0,025924	0,094621248	19,81305807	7
Plano 5	0,067495	0,24635828	17,612889	6
Plano 6	0,062334	0,227517672	17,43687547	6
Plano 7	0,05556	0,202794533	17,43687547	6
Plano 8	0,04854	0,177170216	17,43687547	6
Plano 9	0,059388	0,21676459	16,81975234	6
Plano 10	0,052344	0,191057042	16,81975234	6
Plano 11	0,044867	0,163766313	16,81975234	6
Plano 12	0,055801	0,203672129	16,28181938	6
Plano 13	0,056751	0,000567514	15,98016313	6

Tabela 33 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos obtidos neste cenário observa-se que temos 3 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, 4, e 11 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). Isto significa que deve-se decidir entre considerar o plano 2 permitindo um menor custo de investimento ou considerar o plano 4 que requer um maior investimento mas fornece uma maior fiabilidade ou neste cenário uma condição intermédia que seria o plano 11. Ou seja nesta análise constata-se que o critério de decisão não implicará directamente a escolha do plano com o melhor trade-off mas sim aquele que estiver fora das restrições admitidas pela empresa. O plano unicamente diesel como é de se esperar é caracterizado por ser o mais dispendioso economicamente.

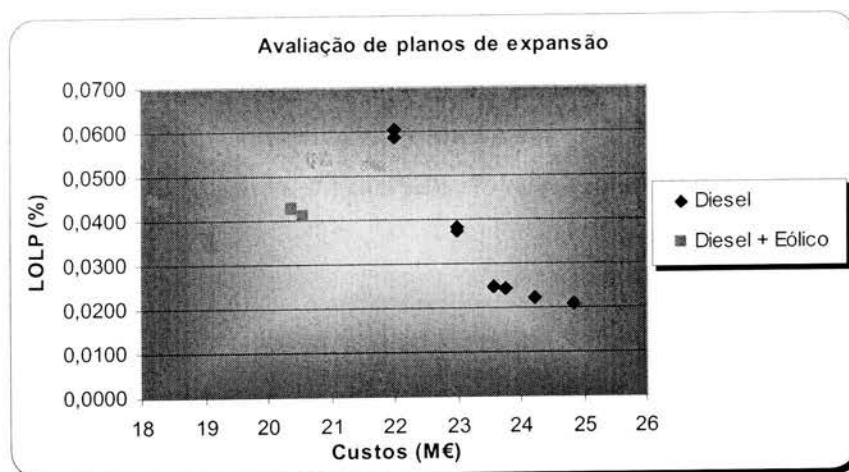


Fig. 50 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 5 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mas em relação a taxas de perda de carga neste cenário consegue apresentar valores mais atractivos do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica porque além de economicamente melhor, apresenta uma mais valia ambiental para a ilha. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.6. Plano de expansão correspondente ao cenário 6

Resultados da ferramenta de cálculo:

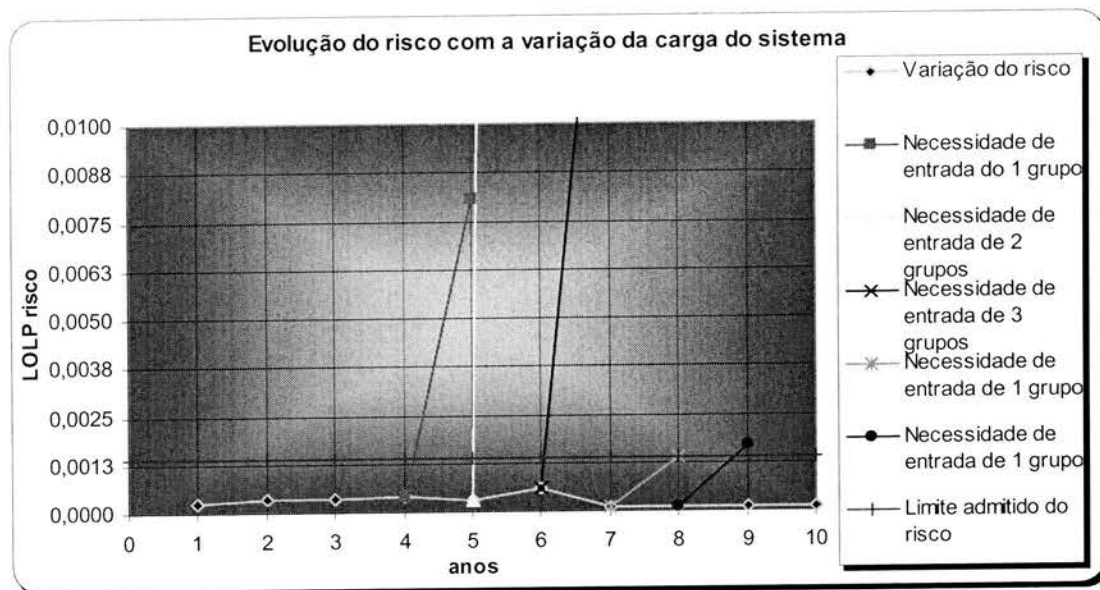


Fig. 51 - Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 6

De acordo com o crescimento previsto no cenário 6, até atingirmos a ponta dos 42,074 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 5,6,7,8, e 9, e nos anos 5,8 e 9 em cada ano apenas é necessário a entrada de 1 grupo, no ano 6 é necessário 2 grupos e no ano 7 é necessário 3 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	22,47658
LOLP (%)	0,02703
LOLE (dia/ano)	0,098658
Nº Grupos Diesel	8

Tabela 34 – Dados dos Planos

Resultados do programa:

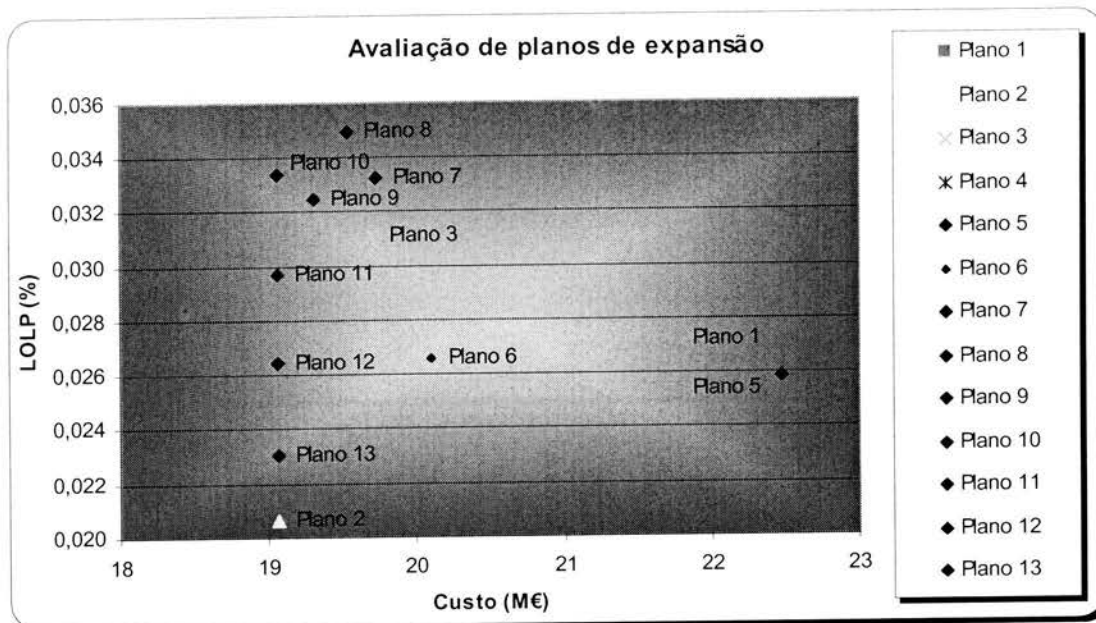


Fig. 52 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Nº Grupos Diesel
Plano 1	0,02703	0,098658	22,47658	8
Plano 2	0,020637	0,075326	19,0678	7
Plano 3	0,031129	0,113621	19,705	7
Plano 4	0,038057	0,138907	19,705	7
Plano 5	0,025911	0,094576	22,47658	8
Plano 6	0,02656	0,096943	20,1004	7
Plano 7	0,033248	0,121356	19,73429	7
Plano 8	0,03492	0,127457	19,52899	7
Plano 9	0,032426	0,118355	19,30726	7
Plano 10	0,033372	0,12181	19,0678	7
Plano 11	0,029724	0,108492	19,0678	7
Plano 12	0,026411	0,0964	19,0678	7
Plano 13	0,023054	0,000231	19,0678	0

Tabela 35 – Dados dos Planos considerando Grupos de 5 MW

Analisando os planos observa-se que neste temos um único plano que representa a única solução não dominada que é o plano 2. Perante este cenário a solução é considerar no 1º ano a Central a Diesel 3x5MW e os 2 Parques Eólicos previsto para ilha no planeamento da expansão do sistema produtor.

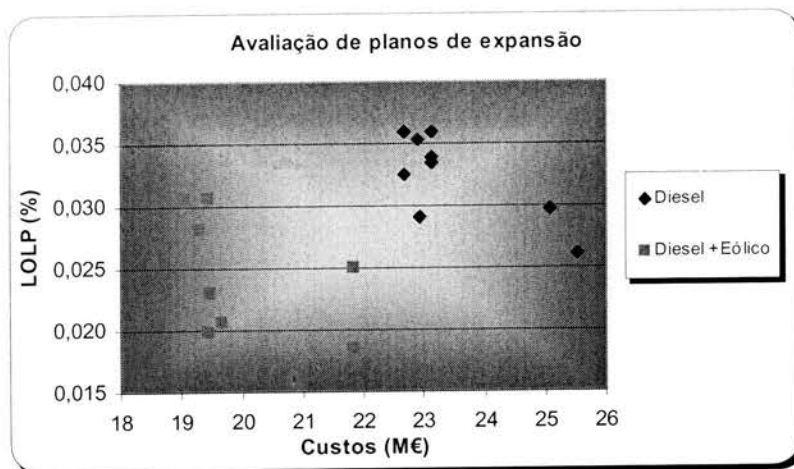


Fig. 53 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 6 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos retratam a divisão existente entre as duas soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e mesmo em relação a taxas de perda de carga neste cenário não consegue apresentar valores mais atractivos do que as soluções que nos são fornecidas com o sistema Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica porque além de economicamente melhor, apresenta uma mais valia ambiental para a ilha. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.1.7. Avaliação das soluções da Central do Sal Rei

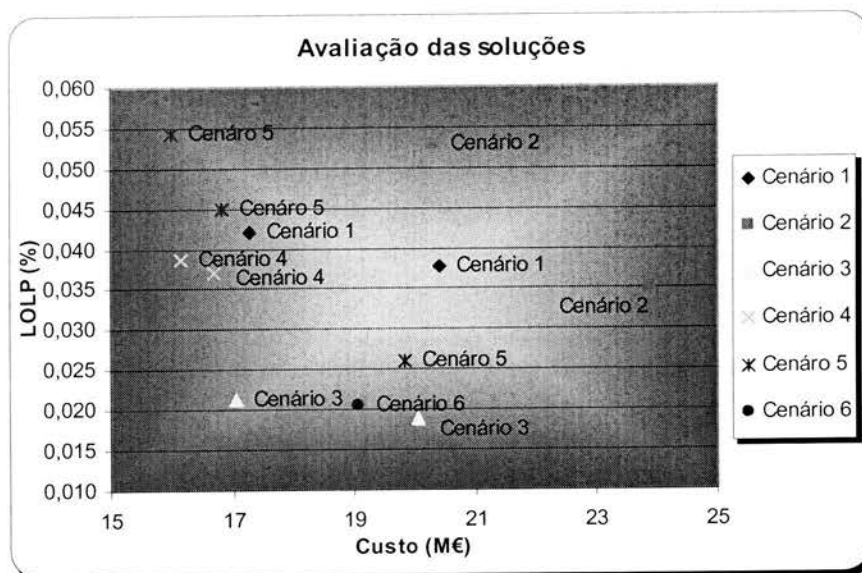


Fig. 54 – Avaliação das soluções nos cenários considerando a entrada de grupos de 5MW

Como forma de se encontrar solução mais robusta de entre os 6 cenários formulados para a expansão do consumo previsto nas cargas alimentadas pela central de Sal Rei na ilha da Boa Vista, construiu-se o seguinte gráfico (fig.54).

Analisando as soluções obteve-se duas soluções do cenário 2 que representam os planos com maiores custos de investimento, e uma solução cenário 5 que representa o plano com a maior taxa de perda de carga mas economicamente melhor. O processo de decisão de entre as três soluções caberá certamente aos critérios e restrições que a empresa considerar, quer a nível económico, quer a nível de fiabilidade.

4.2. Planos de expansão da Central de Povoação Velha

Considerando a rede de distribuição prevista para a ilha da Boa vista pode-se observar (no capítulo 2) que para a central da Povoação Velha, esta não ligada a nenhum dos parques eólicos também previsto para a ilha. Assim sendo nos planos de expansão serão apenas incluído sistemas de produção apenas utilizando grupos à diesel.

4.2.1. Plano de expansão correspondente ao cenário 1

Resultados da ferramenta de cálculo:

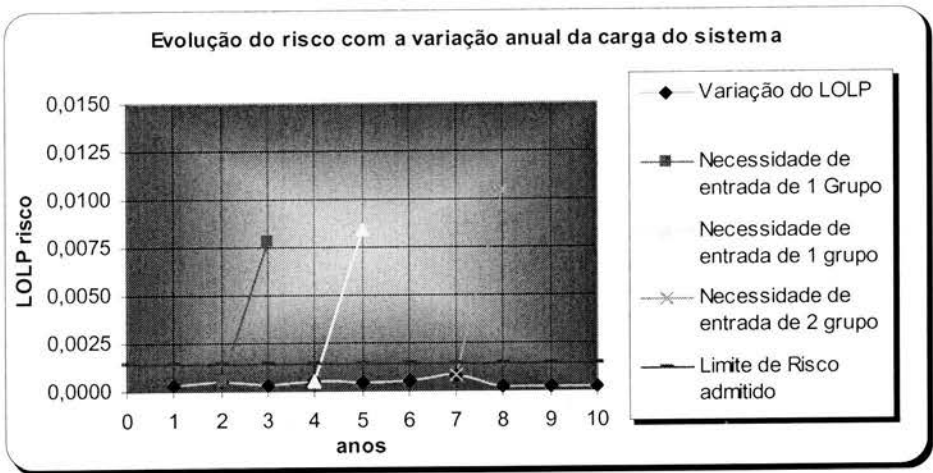


Fig. 55 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 1

De acordo com o crescimento previsto no cenário 1, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 3 grupos diesel. Totalizando assim 6 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 3 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 3,5, e 8 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 8 em que é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	9,569751
LOLP (%)	0,051406
LOLE (dia/ano)	0,187634
Grupos	3

Tabela 36 – Dados do plano.

Resultados do programa:

Custo (M€)	9,569751
LOLP (%)	0,051406
LOLE (dias/ano)	0,187634
Grupos	3

Tabela 37 – Dados do Plano

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo. Os resultados da tabela 37 servem principalmente como forma de verificação dos métodos utilizados para a elaboração dos planos

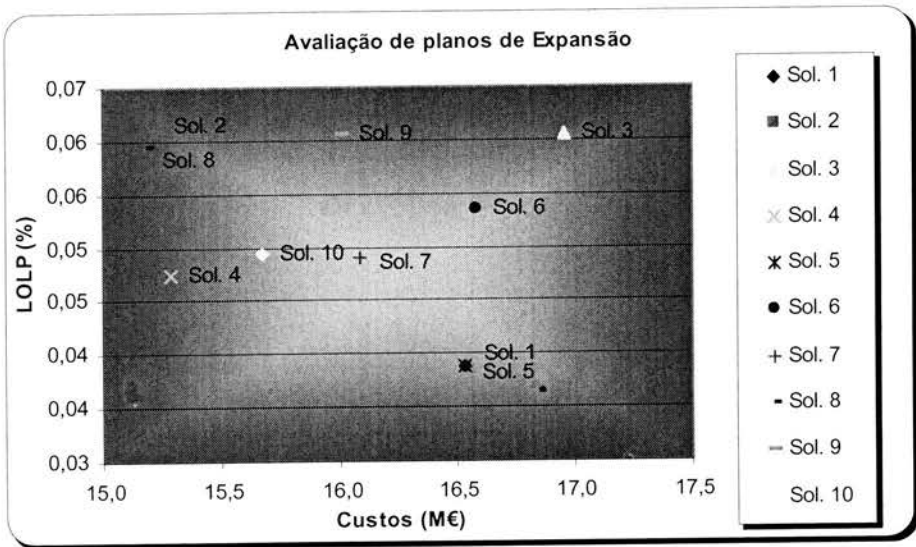


Fig. 56 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW.

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,03884	0,141766	16,53
2	0,06062	0,221264	15,22
3	0,060598	0,221183	16,96
4	0,047441	0,17316	15,29
5	0,03884	0,141766	16,53
6	0,053522	0,195355	16,58
7	0,049076	0,179128	16,09
8	0,0595	0,217174	15,19
9	0,060522	0,220906	16,01
10	0,049453	0,180502	15,67

Tabela 38 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se três soluções não dominadas que são as soluções 1, 4 e 8 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), nota-se que a solução

1 e a solução 5 são idênticas. A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.2. Plano de expansão correspondente ao cenário 2

Resultados da ferramenta de cálculo:

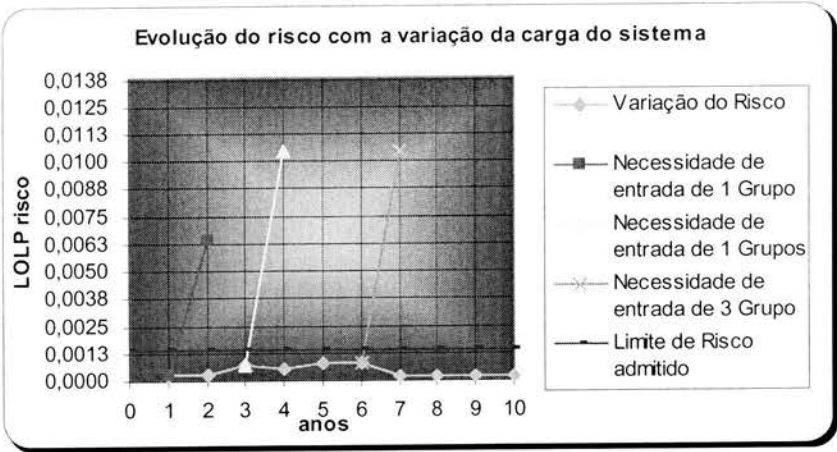


Fig. 57 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 2

De acordo com o crescimento previsto no cenário 2, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 3 grupos diesel. Totalizando assim 6 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 3 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 2,4, e 7 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 7 em que é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	10,33533057
LOLP (%)	0,057970422
LOLE (dia/ano)	0,21159204
Grupos	3

Tabela 39 – Dados do plano

Resultados do programa:

Custo (M€)	10,33533057
LOLP (%)	0,057970422
LOLE (dias/ano)	0,21159204
Grupos	3

Tabela 40 – Dados do Plano

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo.

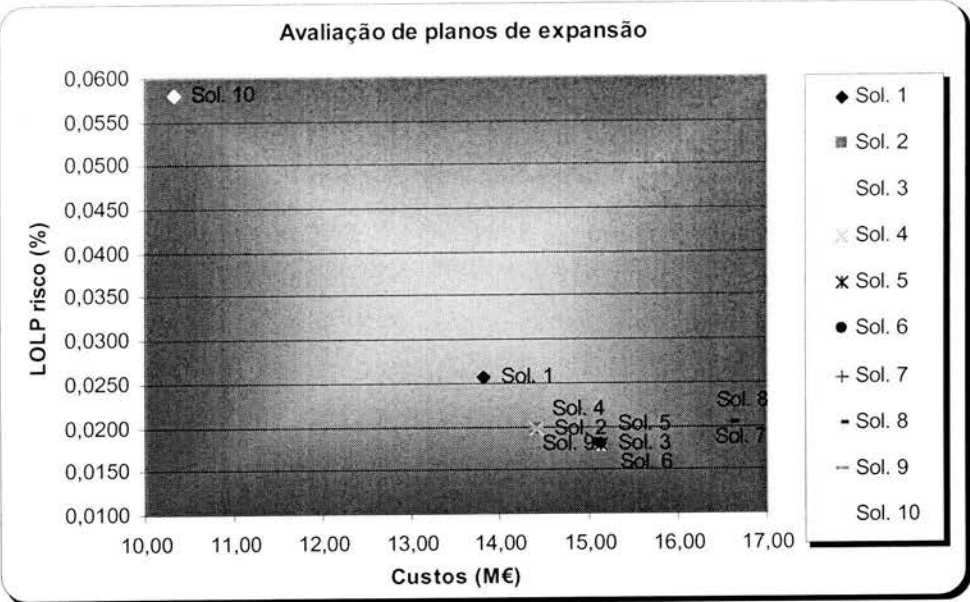


Fig. 58 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW.

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,025548789	0,09325308	13,83
2	0,019684106	0,071846987	14,41
3	0,017892176	0,065306441	15,13
4	0,019684106	0,071846987	14,41
5	0,017892176	0,065306441	15,13
6	0,017892176	0,065306441	15,13
7	0,020285661	0,074042664	16,60
8	0,020285661	0,074042664	16,60
9	0,019684106	0,071846987	14,41
10	0,057970422	0,21159204	10,34

Tabela 41 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 2 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se quatro soluções não dominadas que são as soluções 1, 2, 3, e 10 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), deve-se ter em conta que o programa apresenta soluções idênticas de planos ao longo da criação dos mesmos. A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.3. Plano de expansão correspondente ao cenário 3

Resultados da ferramenta de cálculo:



Fig. 59 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 3

De acordo com o crescimento previsto no cenário 3, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 3 grupos diesel. Totalizando assim 6 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 3 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 7, 8, e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	7,538026
LOLP (%)	0,041276
LOLE (dia/ano)	0,150657
Grupos	3

Tabela 42 – Dados do plano

Resultados do programa:

Custo (M€)	7,538025647
LOLP (%)	0,041172917
LOLE (dias/ano)	0,150281147
Grupos	3

Tabela 43 – Dados do Plano

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo.

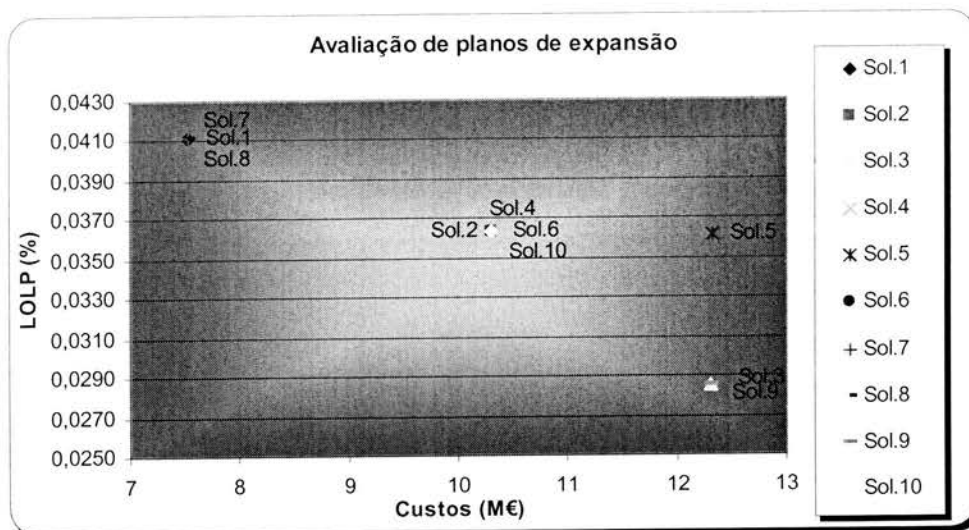


Fig. 60 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,041172917	0,150281147	7,54
2	0,036320958	0,132571496	10,30
3	0,028507077	0,104050833	12,30
4	0,037463345	0,136741208	10,12
5	0,036147563	0,131938604	12,32
6	0,036320958	0,132571496	10,30
7	0,041172917	0,150281147	7,54
8	0,041172917	0,150281147	7,54
9	0,028507077	0,104050833	12,30
10	0,036320958	0,132571496	10,30

Tabela 44 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 3 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se três soluções não dominadas que são as soluções 1, 2, 3, e 4 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), deve-se ter em conta que o programa apresenta soluções idênticas de planos ao longo da criação dos mesmos. A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.4. Plano de expansão correspondente ao cenário 4

Resultados da ferramenta de cálculo:

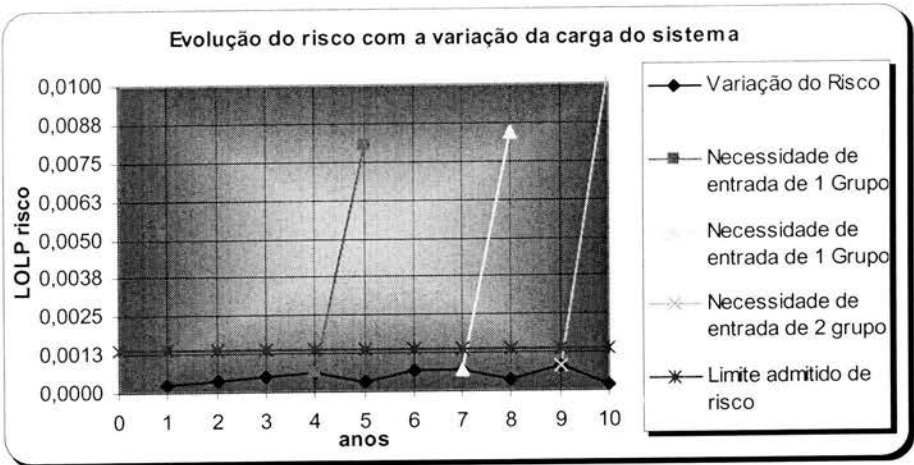


Fig. 61 Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 4

De acordo com o crescimento previsto no cenário 4, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 4 grupos diesel. Totalizando assim 7 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 4 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 5, 8 e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo, excepto no ano 10 em que é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	7,999216
LOLP (%)	0,053449
LOLE (dia/ano)	0,19509
Grupos	3

Tabela 45 – Dados do plano

Resultados do programa:

Custo (M€)	7,999216
LOLP (%)	0,053449
LOLE (dias/ano)	0,19509
Grupos	3

Tabela 46 – Dados dos Planos

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo.

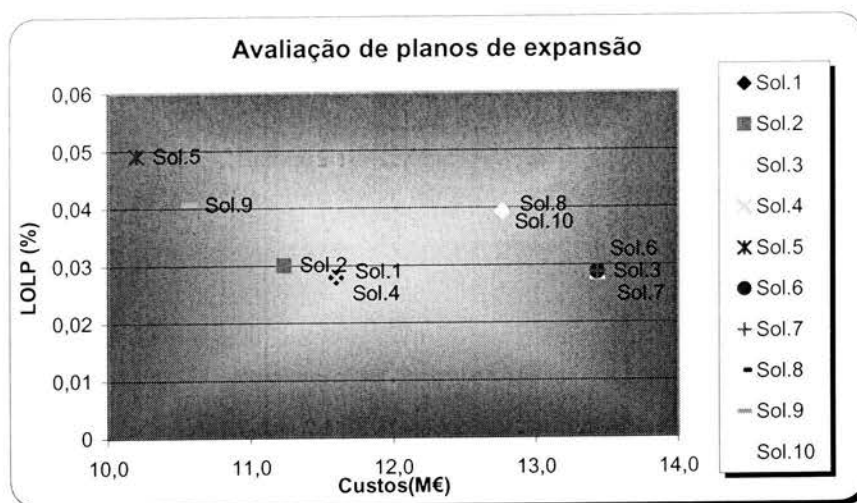


Fig. 62 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,027854086	0,101667413	11,60
2	0,030009699	0,109535402	11,23
3	0,028693917	0,104732798	13,43
4	0,027854086	0,101667413	11,60
5	0,049048603	0,179027403	10,20
6	0,028693917	0,104732798	13,43
7	0,028693917	0,104732798	13,43
8	0,039260463	0,143300689	12,77
9	0,040576245	0,148103293	10,57
10	0,039260463	0,143300689	12,77

Tabela 47 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 4 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se quatro soluções não dominadas que são as soluções 1, 2, 5, e 9 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), deve-se ter em conta que o programa apresenta soluções idênticas de planos ao longo da criação dos mesmos. A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.5. Plano de expansão correspondente ao cenário 5

Resultados da ferramenta de cálculo:

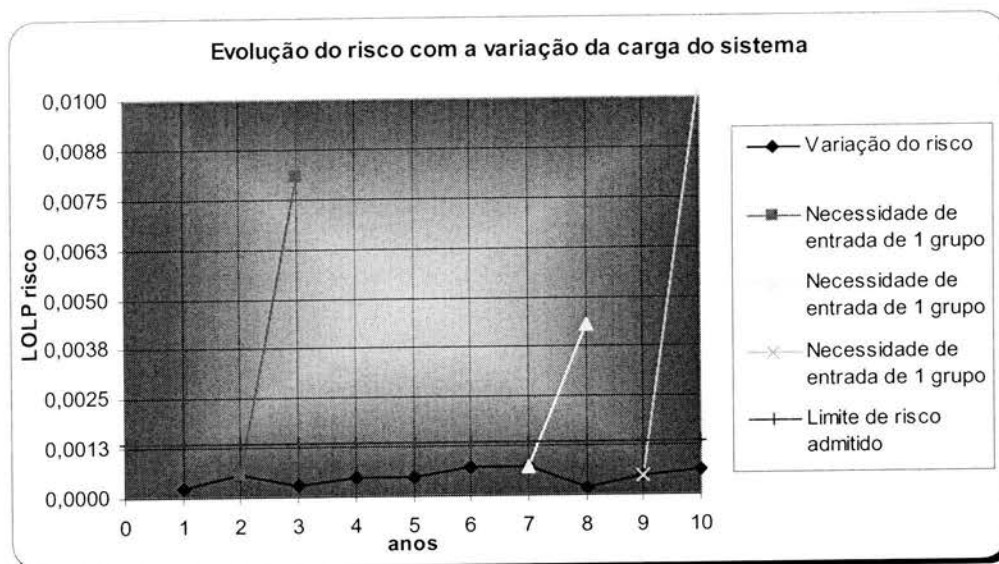


Fig. 63 Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 5

De acordo com o crescimento previsto no cenário 3, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 3 grupos diesel. Totalizando assim 6 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 3 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 3, 8 e 10 e em cada ano apenas entra 1 grupo. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	8,537149
LOLP (%)	0,049088
LOLE (dia/ano)	0,17917
Grupos	3

Tabela 48 – Dados do Plano

Resultados do programa:

Custo (M€)	8,537149
LOLP (%)	0,048985
LOLE (dias/ano)	0,178795
Grupos	3

Tabela 49 – Dados do Plano

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo.

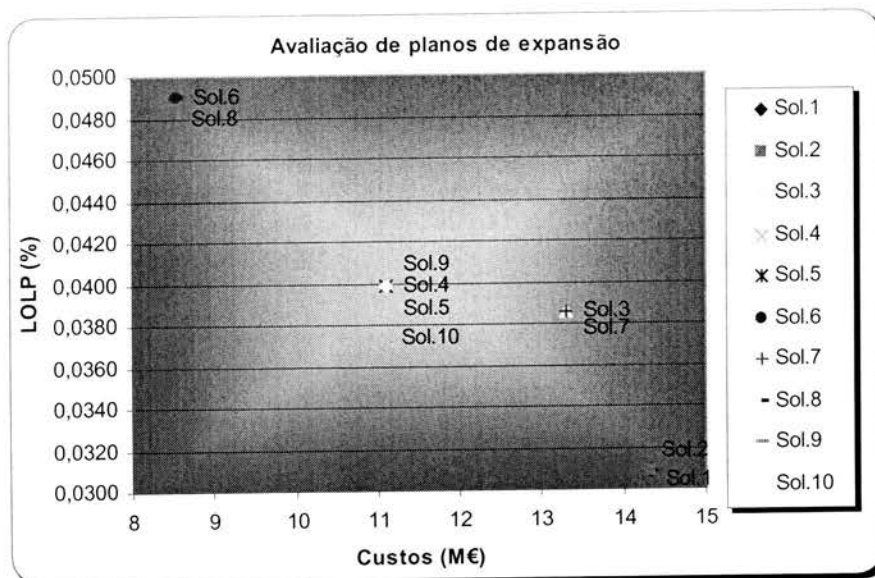


Fig. 64 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,030873842	0,112689523	14,32
2	0,030873842	0,112689523	14,32
3	0,038525381	0,14061764	13,30
4	0,039841163	0,145420244	11,10
5	0,039841163	0,145420244	11,10
6	0,048984856	0,178794724	8,54
7	0,038525381	0,14061764	13,30
8	0,048984856	0,178794724	8,54
9	0,039841163	0,145420244	11,10
10	0,039841163	0,145420244	11,10

Tabela 50 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 5 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se três soluções não dominadas que são as soluções 1, 4, e 6 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), deve-se ter em conta que o programa apresenta soluções idênticas de planos ao longo da criação dos mesmos. A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.6. Plano de expansão correspondente ao cenário 6

Resultados da ferramenta de cálculo:

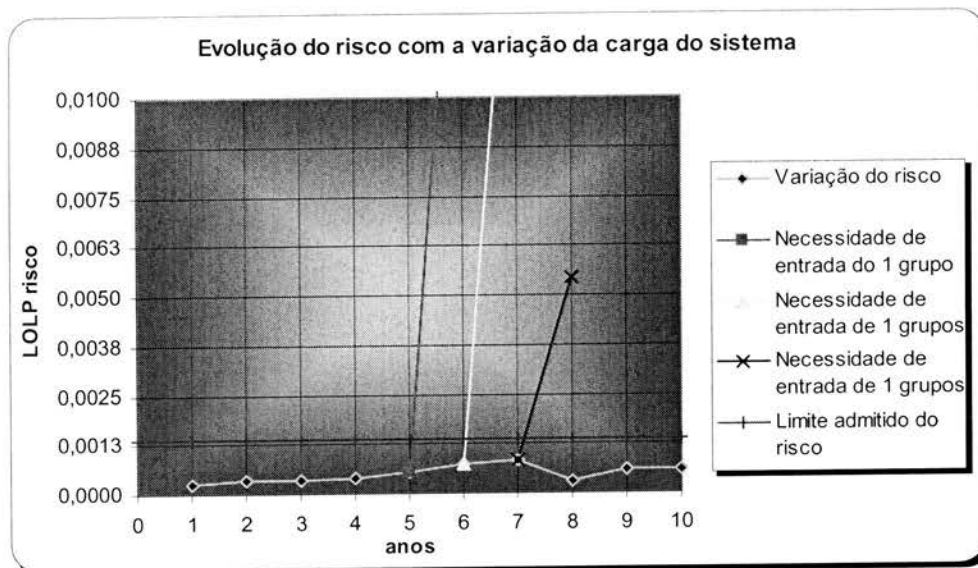


Fig. 65 - Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 6

De acordo com o crescimento previsto no cenário 3, até atingirmos a ponta dos 21,143 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 3 grupos diesel. Totalizando assim 6 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 3 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 6, 7 e 8 e em cada ano apenas entra 1 grupo. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	8,331162
LOLP (%)	0,049373
LOLE (dia/ano)	0,18021
Grupos	3

Tabela 51 – Dados do Plano

Resultados do programa:

Custo (M€)	8,331162
LOLP (%)	0,049221
LOLE (dias/ano)	0,179658
Grupos	3

Tabela 52 – Dados do Plano

Analisando o plano obtido através do programa, este consegue obter os mesmos valores obtidos através da folha de cálculo como era de se esperar.

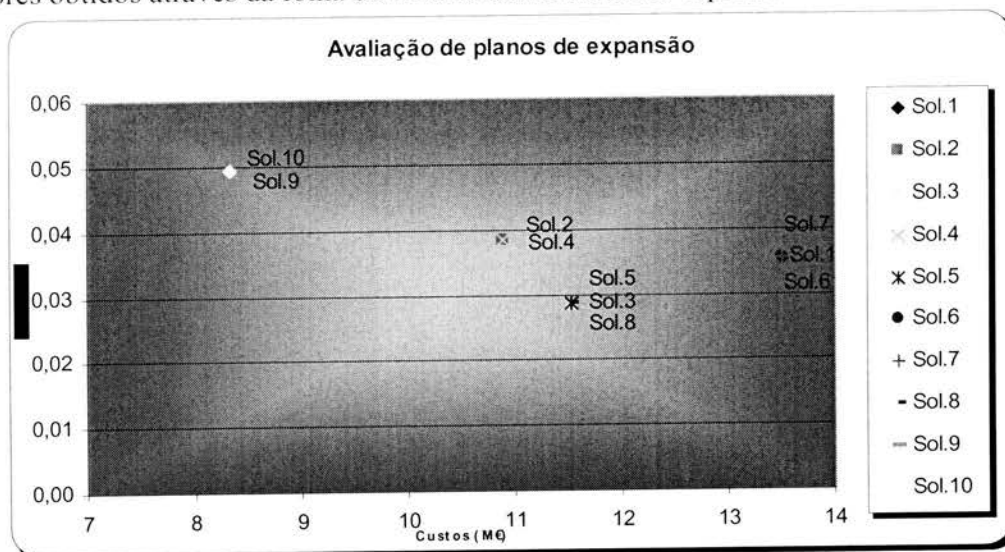


Fig. 66 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Soluções	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)
1	0,035544594	0,129737767	13,51
2	0,038357125	0,140003508	10,90
3	0,028809641	0,10515519	11,53
4	0,038357125	0,140003508	10,90
5	0,028809641	0,10515519	11,53
6	0,035544594	0,129737767	13,51
7	0,035544594	0,129737767	13,51
8	0,028809641	0,10515519	11,53
9	0,049221457	0,179658318	8,33
10	0,049221457	0,179658318	8,33

Tabela 53 – Dados das soluções

Considerando para o cenário 6 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW, encontrou-se três soluções não dominadas que são as soluções 2, 3, e 9 (planos na tabela com sombreamento alaranjado), deve-se ter em conta que o programa apresenta soluções idênticas de planos ao longo da criação dos mesmos . A partir destas soluções os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.2.7. Avaliação das soluções da Central da Povoação Velha

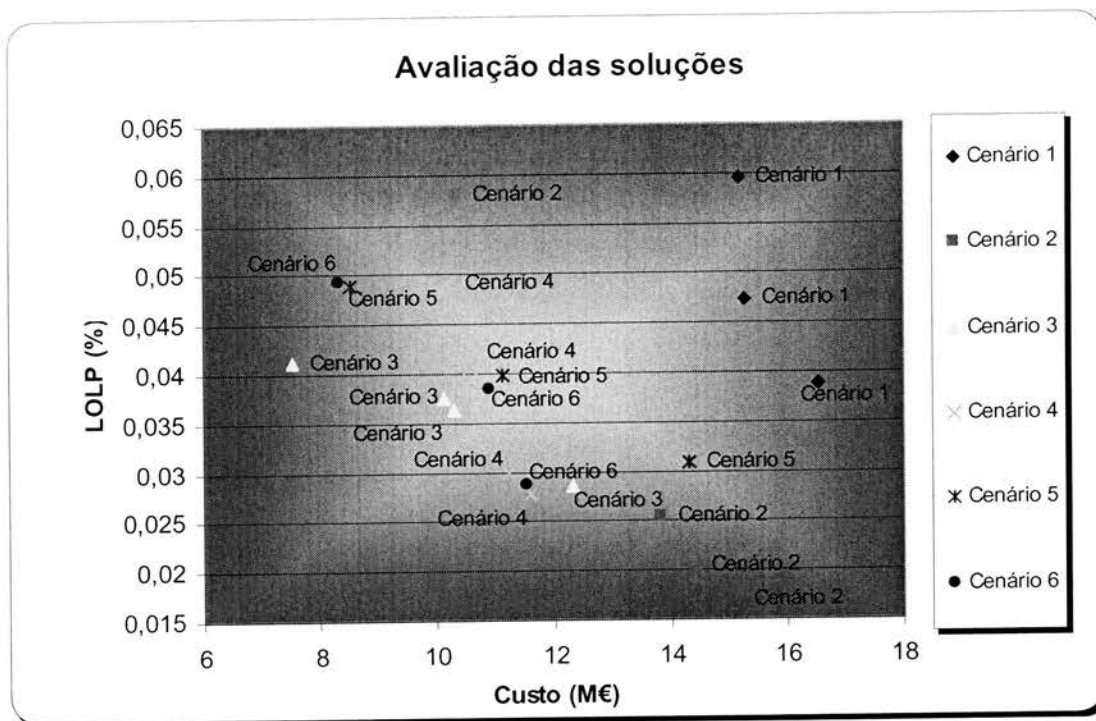


Fig. 67 – Avaliação das soluções nos cenários considerando a entrada de grupos de 5MW

Como forma de se encontrar solução mais robusta de entre os 6 cenários formulados para a expansão do consumo previsto nas cargas alimentadas pela central da Povoação Velha na ilha do Maio, construiu-se o seguinte gráfico (fig.67).

Analisando as soluções obteve-se duas soluções todas pertencentes ao cenário 1, e o processo de decisão de entre as duas soluções caberá certamente aos critérios e restrições que a empresa considerar, ou mais a nível económico, ou mais a nível de fiabilidade.

4.3. Planos de expansão da Central da Vila do Maio

4.3.1. Plano de expansão correspondente ao cenário 1

Resultados da ferramenta de cálculo:



Fig. 68 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 1

De acordo com o crescimento previsto no cenário 1, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 6 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 6 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 2,4,5,7, e 9. Nos anos 2 e 4 entra apenas 1 grupo, e no ano 9 é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos e o valor médio do risco inerente ao plano foram:

Custo (M€)	18,71586
LOLP (%)	0,065844
LOLE (dia/ano)	0,240332
Grupos	6

Tabela 54 – Dados do plano.

Resultados do programa:

Para trabalhar com o programa foram elaborados 11 sistemas base de produção definindo assim 11 planos possíveis para avaliar os cenários de expansão da central da Vila do Maio:

Plano 1 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e apenas a entrada de grupos Diesel nos anos seguintes.

Plano 2 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW+ O Parque eólico de Achada Riba

Plano 3 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba no 2º ano

Plano 4 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 3º ano

Plano 5 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 4º ano

Plano 6 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 5º ano

Plano 7 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 6º ano

Plano 8 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 7º

Plano 9 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 8º ano

Plano 10 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 9º

Plano 11 – Considerando no 1º ano Central a Diesel 3x5MW e a entrada Parque eólico de Achada Riba 10º

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Plano 1	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW
Plano 2	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 3	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 4	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 5	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 6	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 7	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 8	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 9	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 10	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.
Plano 11	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW	Diesel 3x5MW +P.Eol. Ach. Rib.

Fig. 69 – Quadro do sistema produtor base considerado para a expansão do parque produtor da central da Vila do Maio

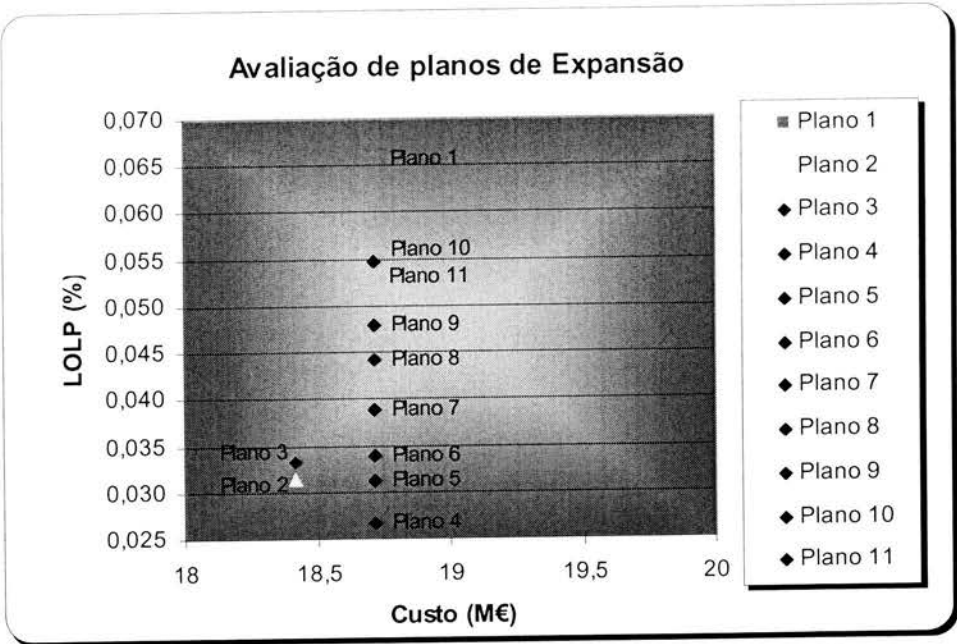


Fig. 70 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE Dias/ano	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,065573263	0,23934241	18,71586273	6
Plano 2	0,031379195	0,114534061	18,41420648	6
Plano 3	0,033262236	0,121407161	18,41420648	6
Plano 4	0,026718905	0,097524002	18,71586273	6
Plano 5	0,031216362	0,113939722	18,71586273	6
Plano 6	0,033891545	0,123704139	18,71586273	6
Plano 7	0,03886704	0,141864697	18,71586273	6
Plano 8	0,044182526	0,161266219	18,71586273	6
Plano 9	0,04795363	0,17503075	18,71586273	6
Plano 10	0,054797851	0,200012156	18,71586273	6
Plano 11	0,054645447	0,199455881	18,71586273	6

Tabela 55 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 4 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). O plano unicamente diesel e os planos com a inclusão do parque eólico de achada Riba a partir do 3ºano são os mais dispendiosos. Analisando apenas os planos 2 e 4 que são as soluções que interessam, para a análise constata-se que nesta situação o critério de decisão não implicará a escolha do melhor trade-off, mas sim aquele cuja empresa a investir tiver capital suficiente.

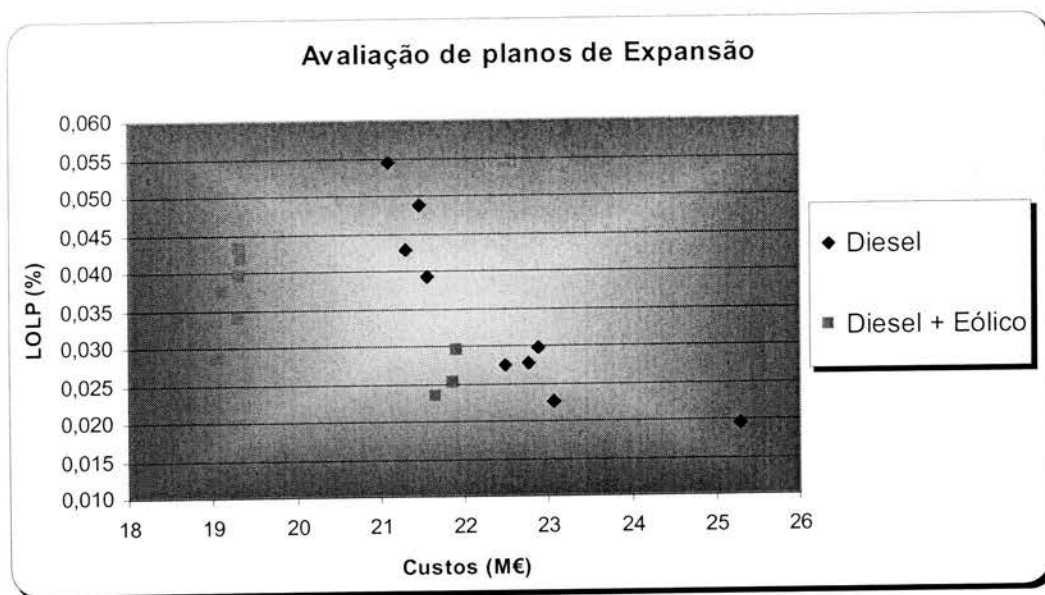


Fig. 71 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente mas em relação a taxas de perda de carga consegue apresentar pelo menos um valor mais atractivo do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.2. Plano de expansão correspondente ao cenário 2

Resultados da ferramenta de cálculo:

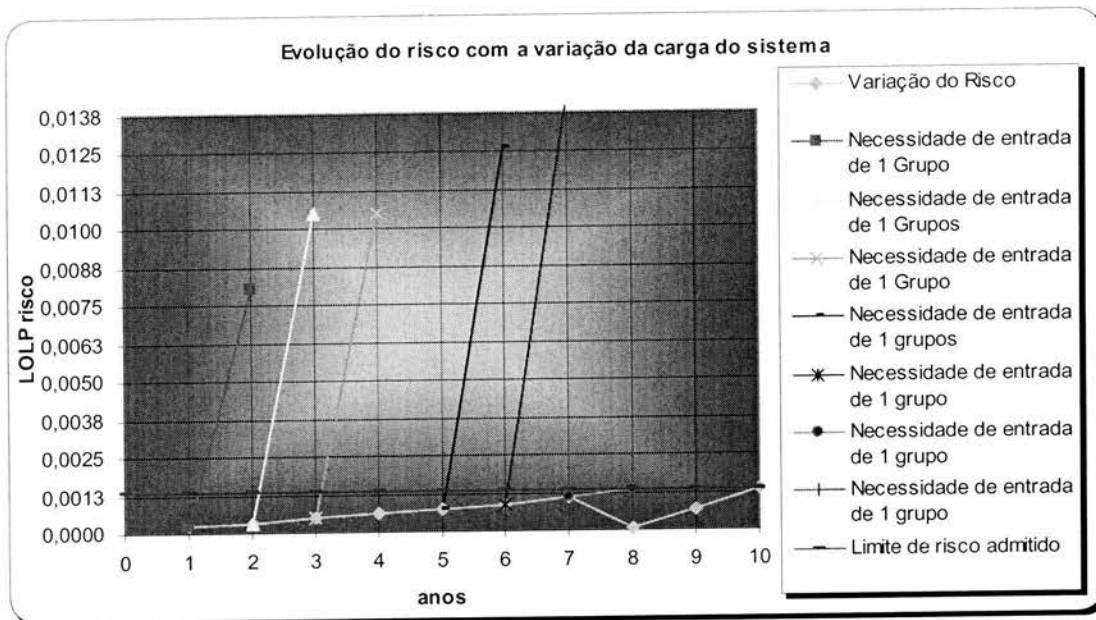


Fig. 72 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 2

De acordo com o crescimento previsto no cenário 1, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 6 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 6 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 2,3,4,6,7, e 8 e em cada ano apenas fez-se entrar 1 grupo. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	19,66561665
LOLP (%)	0,064510306
LOLE (dia/ano)	0,235462617
Grupos	6

Tabela 56 – Dados do Plano

Resultados do programa:

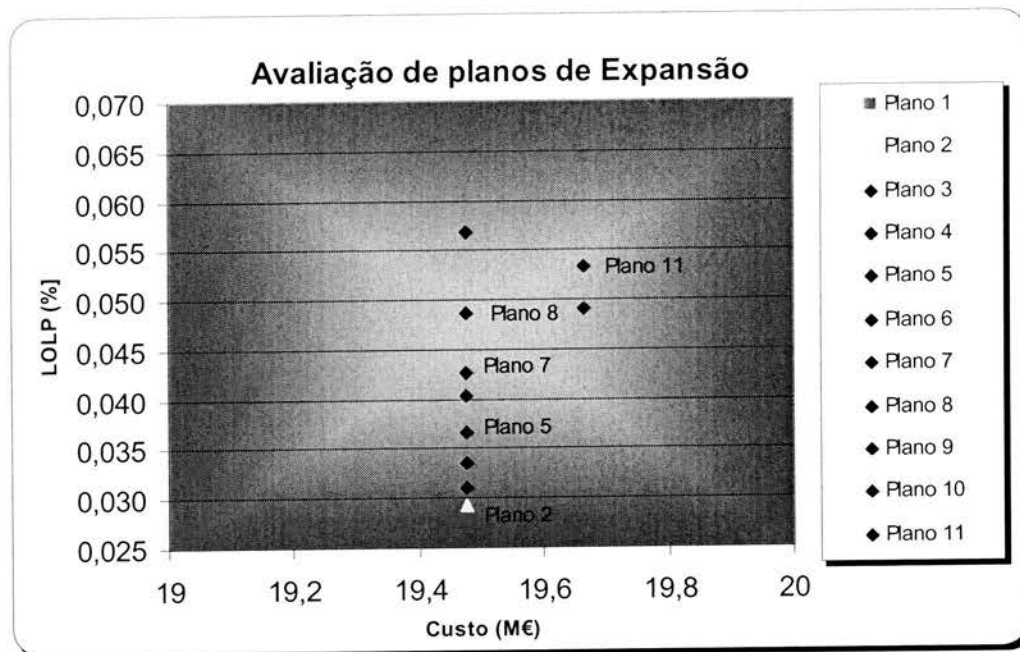


Fig. 73 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE (dias/ano)	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,064168749	0,234215934	19,66561665	6
Plano 2	0,029196344	0,106566656	19,47552204	6
Plano 3	0,031079385	0,113439757	19,47552204	6
Plano 4	0,033498449	0,122269338	19,47552204	6
Plano 5	0,036672915	0,133856138	19,47552204	6
Plano 6	0,040319148	0,147164889	19,47552204	6
Plano 7	0,042665258	0,155728192	19,47552204	6
Plano 8	0,048674433	0,177661679	19,47552204	6
Plano 9	0,056775648	0,207231116	19,47552204	6
Plano 10	0,049051458	0,179037821	19,66561665	6
Plano 11	0,053250422	0,194364039	19,66561665	6

Tabela 57 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que neste cenário 2 temos um único plano que representa a única solução não dominada que é o plano 2 (plano na tabela com sombreamento alaranjado). Perante este cenário a solução é considerar no 1º ano a Central a Diesel 3x5MW e o parque eólico de Achada Riba no planeamento da expansão do sistema produtor.

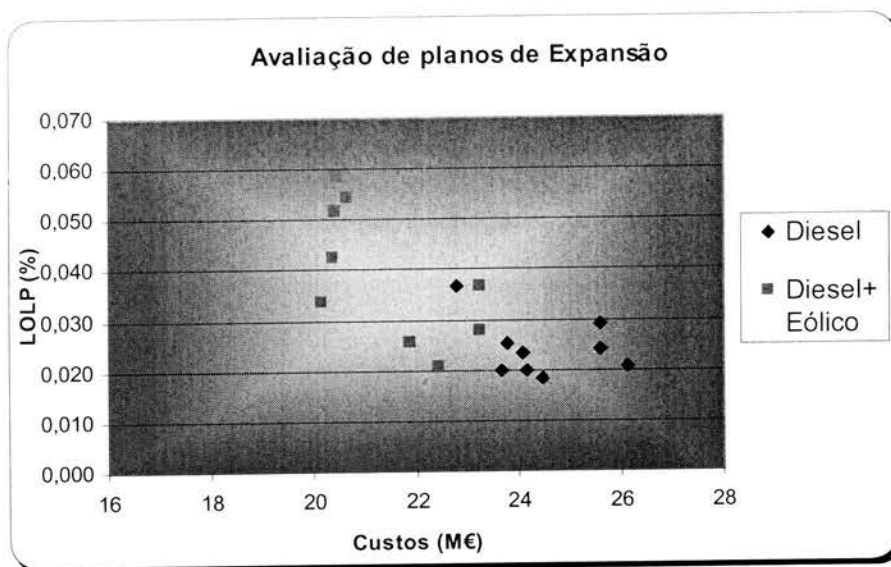


Fig. 74 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente mas em relação a taxas de perda de carga consegue apresentar pelo menos um valor mais atractivo do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.3. Plano de expansão correspondente ao cenário 3

Resultados da ferramenta de cálculo:

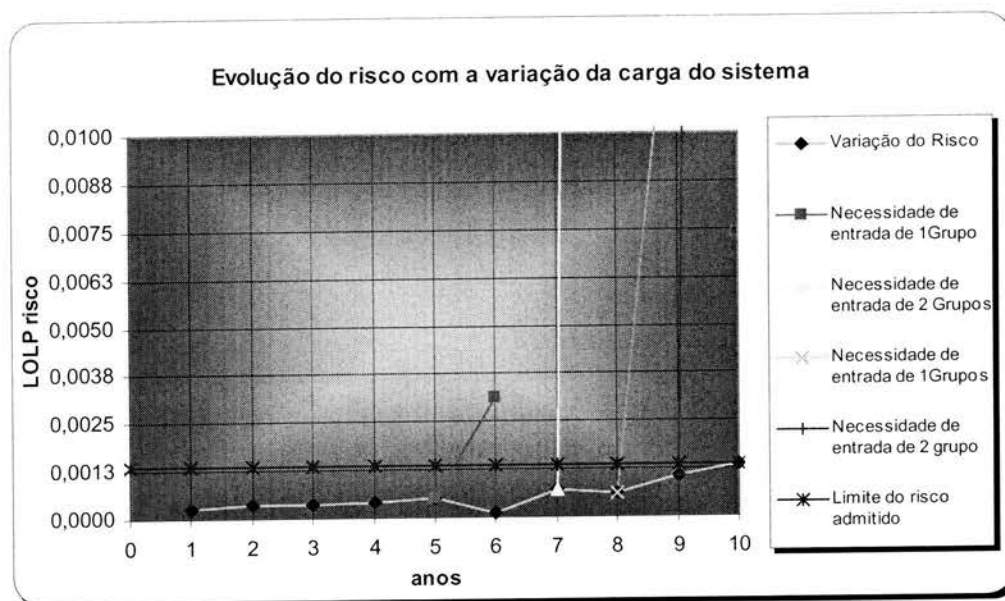


Fig. 75 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 1

De acordo com o crescimento previsto no cenário 3, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 6 grupos diesel. Totalizando assim 9 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 6 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 6,8,9, e 10. Nos anos 6 e 9 entra apenas 1 grupo, e nos anos 8 e 10 é necessário fazer entrar sempre 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	14,90238
LOLP (%)	0,057086
LOLE (dia/ano)	0,208365
Grupos	6

Tabela 58 – Dados do Plano

Resultados do programa:

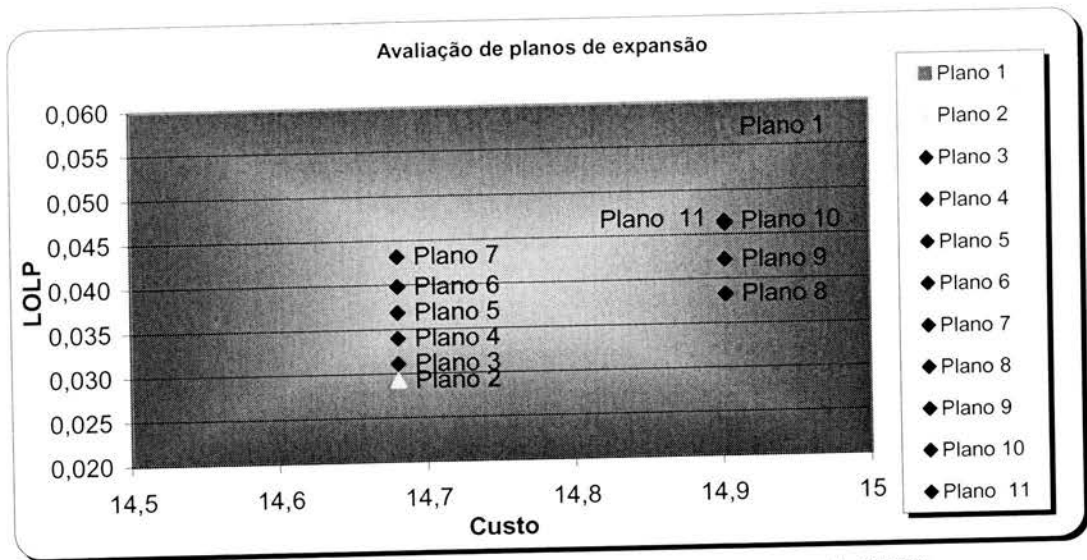


Fig. 76 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE Dias/ano	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,057086	0,208365043	14,90238	6
Plano 2	0,029194	0,106559025	14,68065	6
Plano 3	0,031077	0,113432125	14,68065	6
Plano 4	0,033956	0,123940865	14,68065	6
Plano 5	0,036836	0,134449605	14,68065	6
Plano 6	0,039765	0,145143072	14,68065	6
Plano 7	0,043155	0,157514071	14,68065	6
Plano 8	0,038245	0,139592671	14,90238	6
Plano 9	0,042143	0,153821519	14,90238	6
Plano 10	0,046469	0,169610297	14,90238	6
Plano 11	0,046242	0,168783424	14,90238	6

Tabela 59 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que neste cenário 2 temos um único plano que representa a única solução não dominada que é o plano 2 (plano na tabela com sombreamento alaranjado). Perante este cenário a solução é considerar no 1º ano a Central a Diesel 3x5MW e o parque eólico de Achada Riba no planeamento da expansão do sistema produtor.

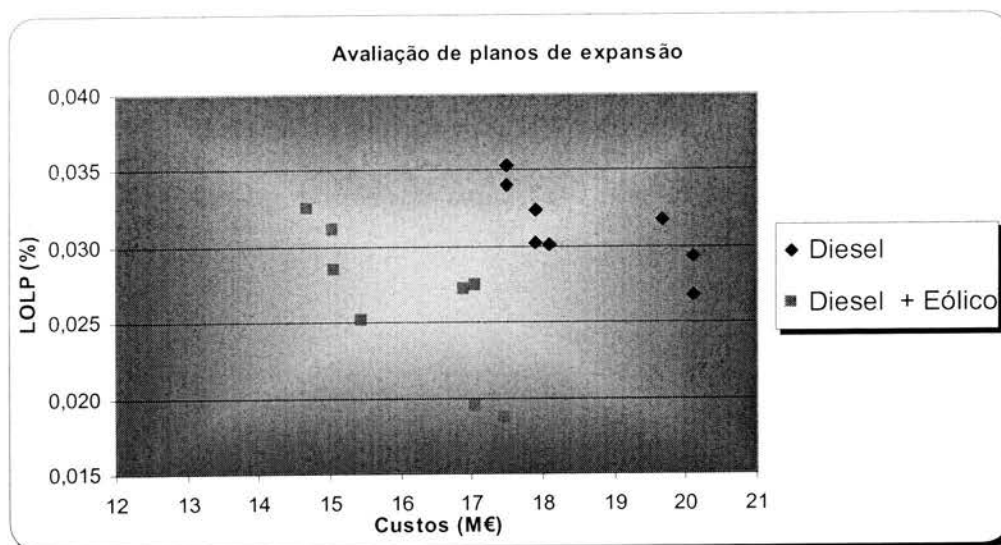


Fig. 77 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, e em relação a taxas de perda de carga também apresenta valores menos atractivo do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.4. Plano de expansão correspondente ao cenário 4

Resultados da ferramenta de cálculo:



Fig. 78 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 4

De acordo com o crescimento previsto no cenário 4, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 8 grupos diesel. Totalizando assim 11 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 8 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada foram os anos 3,6,7,8,9, e 10, e em cada ano apenas fez-se entrar 1 grupo. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	16,67822
LOLP (%)	0,066015
LOLE (dia/ano)	0,240955
Grupos	6

Tabela 60 – Dados do Plano

Resultados do programa:

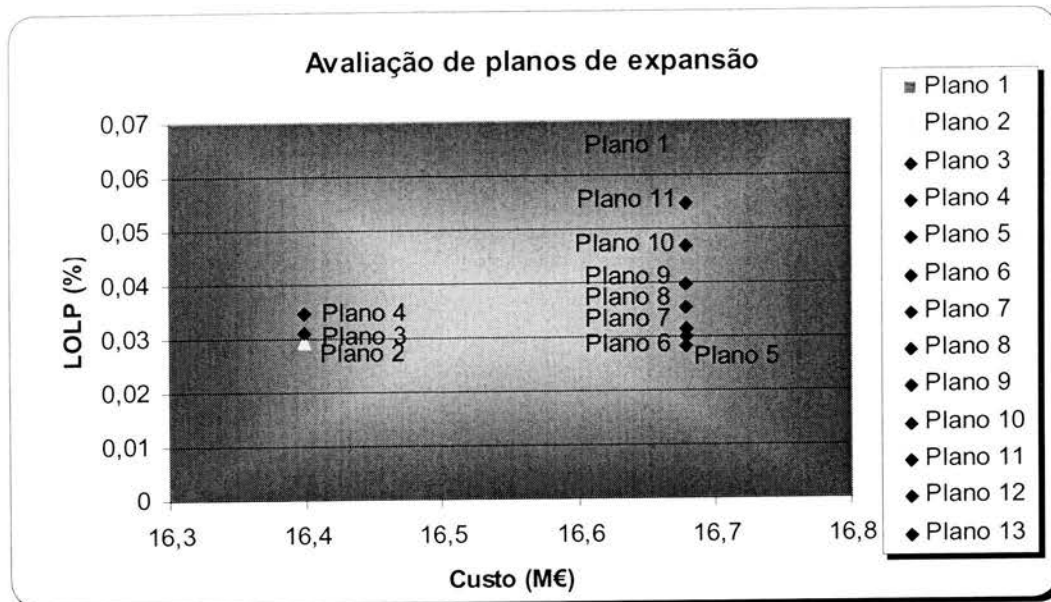


Fig. 79 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE Dias/ano	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,0660152	0,240955315	16,6782171	6
Plano 2	0,0292476	0,10675366	16,3989058	6
Plano 3	0,0311306	0,11362676	16,3989058	6
Plano 4	0,0346179	0,126355313	16,3989058	6
Plano 5	0,0280746	0,102472154	16,6782171	6
Plano 6	0,0301022	0,109872849	16,6782171	6
Plano 7	0,0313293	0,114351863	16,6782171	6
Plano 8	0,0352088	0,128512098	16,6782171	6
Plano 9	0,0397189	0,144973837	16,6782171	6
Plano 10	0,0468444	0,170981915	16,6782171	6
Plano 11	0,0546524	0,1994812	16,6782171	6

Tabela 61 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 5 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). O plano unicamente diesel e os planos com a inclusão do parque eólico de achada Riba a partir do 4ºano são os mais dispendiosos. Analisando apenas os planos 2 e 5 que são as soluções que interessam, para a análise constata-se que o critério de decisão não implicará a escolha do melhor trade-off, mas sim aquele cuja empresa a investir tiver capital suficiente.

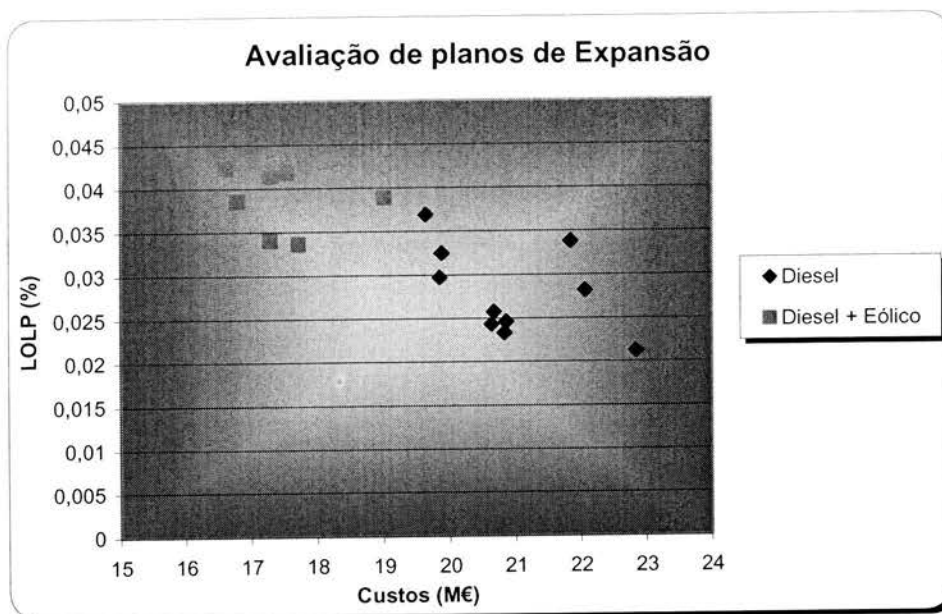


Fig. 80 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, mas em relação a taxas de perda de carga consegue apresentar valores mais atractivo do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.5. Plano de expansão correspondente ao cenário 5

Resultados da ferramenta de cálculo:



Fig. 81 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 5

De acordo com o crescimento previsto no cenário 4, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 6 grupos diesel. Totalizando assim 9 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 6 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada dos grupos foram os anos 2,4,7,9, e 10 e nos anos 2,4,7 e 9 é necessário fazer entrar apenas 1 grupo, e no ano 10 é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	17,11185
LOLP (%)	0,063312
LOLE (dia/ano)	0,231089
Grupos	6

Tabela 62 – Dados do Plano

Resultados do programa:

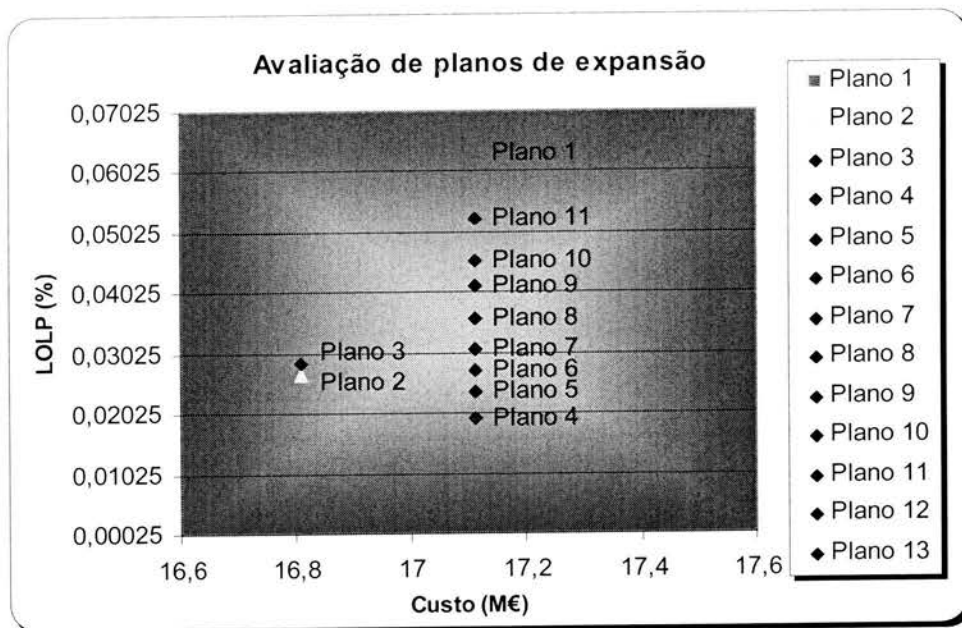


Fig. 82 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE Dias/ano	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,063312	0,231089292	17,11185	6
Plano 2	0,026701	0,097459424	16,8102	6
Plano 3	0,028584	0,104332525	16,8102	6
Plano 4	0,019295	0,07042602	17,11185	6
Plano 5	0,02392	0,087308448	17,11185	6
Plano 6	0,027359	0,09986002	17,11185	6
Plano 7	0,030799	0,112415827	17,11185	6
Plano 8	0,035959	0,131249257	17,11185	6
Plano 9	0,041247	0,150552593	17,11185	6
Plano 10	0,045566	0,166315154	17,11185	6
Plano 11	0,052388	0,191215759	17,11185	6

Tabela 63 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que temos 2 planos que representam as soluções não dominadas que são os planos 2, e 4 (planos na tabela com sombreamento alaranjado). O plano unicamente diesel e os planos com a inclusão do parque eólico de achada Riba a partir do 3ºano são os mais dispendiosos. Analisando apenas os planos 2 e 4 que são as soluções que interessam, para a análise constata-se que o critério de decisão não implicará a escolha do melhor trade-off, mas sim aquele cuja empresa a investir tiver capital suficiente.

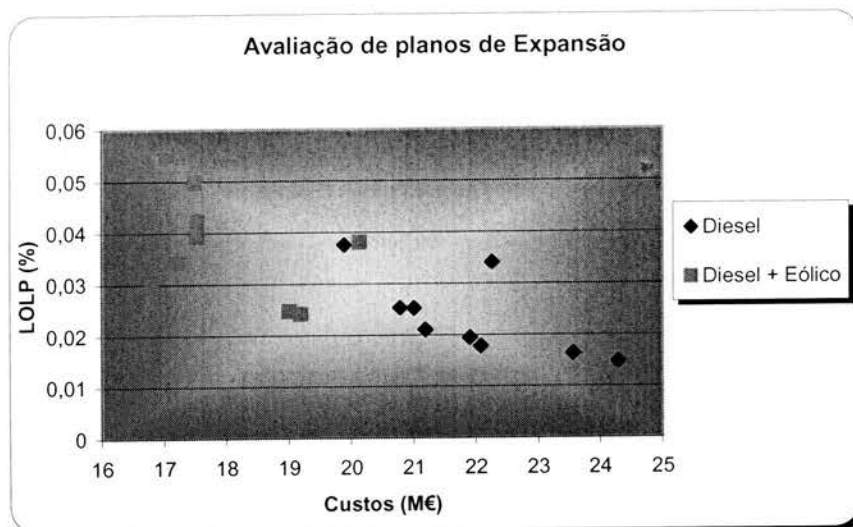


Fig. 83 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, mas em relação a taxas de perda de carga consegue apresentar valores mais atractivos do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.6. Plano de expansão correspondente ao cenário 6

Resultados da ferramenta de cálculo:

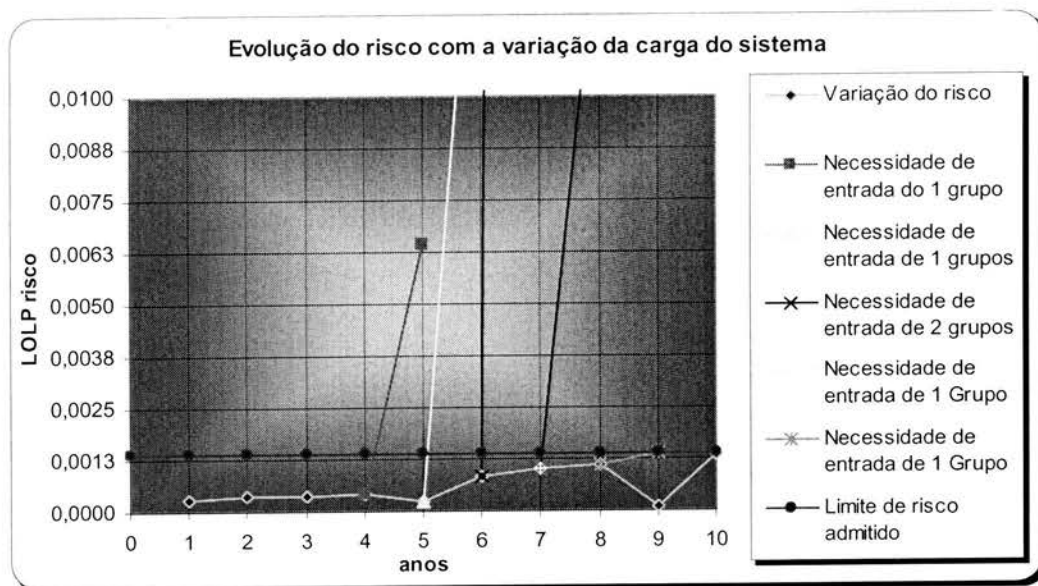


Fig. 84 – Estratégia de planeamento da expansão do sistema produtor Diesel para o cenário 6

De acordo com o crescimento previsto no cenário 6, até atingirmos a ponta dos 35.359 MW, encontrada para esta central, será necessário ir acrescentado ao longo dos anos mais 6 grupos diesel. Totalizando assim 9 geradores para a central, os 3 iniciais mais os 6 necessários para acompanhar a evolução do aumento da carga. O sistema ficará também dimensionado para as 2 reservas (girante e estática).

Neste cenário os anos de entrada dos grupos foram os anos 5, 6, 7, 8, e 9 e nos anos 5,6,8 e 9 é necessário fazer entrar apenas 1 grupo, e no ano 7 é necessário fazer entrar 2 grupos. E os encargos de investimentos, o valor médio do risco (em % e em dias/ano), e o número de entrada de grupos inerentes ao plano foram:

Custo (M€)	16,71169
LOLP (%)	0,060014
LOLE (dia/ano)	0,21905
Grupos	6

Tabela 64 – Dados do Plano

Resultados do programa:

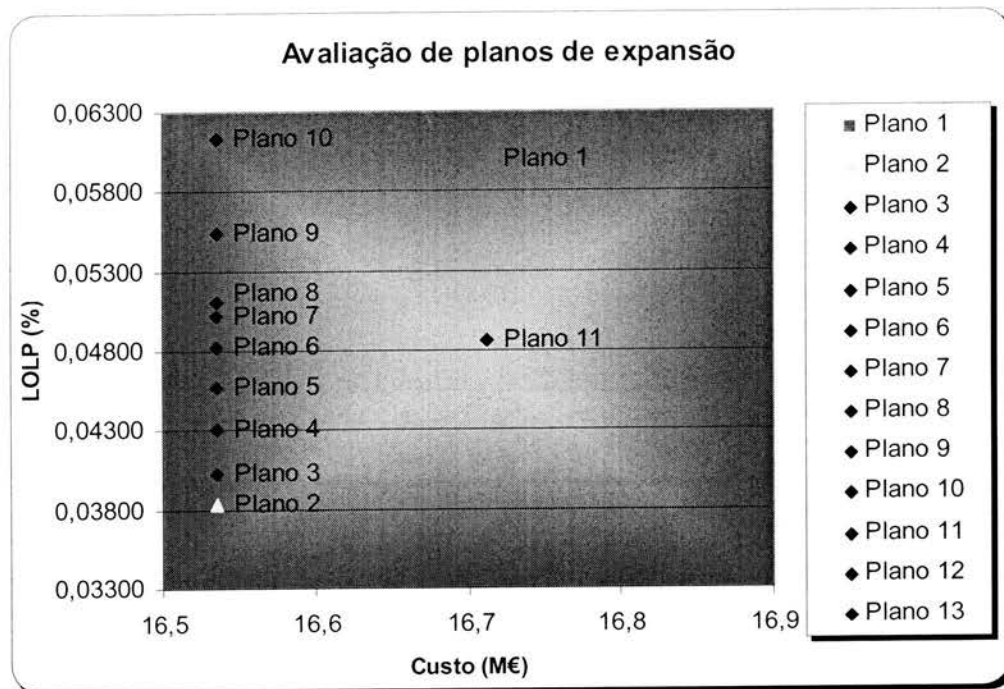


Fig. 85 – Planos considerando apenas entrada de grupos de 5 MW

	LOLP (%)	LOLE Dias/ano	Custo (M€)	Grupos
Plano 1	0,060014	0,21905	16,71169	6
Plano 2	0,038334	0,139921	16,53568	6
Plano 3	0,040218	0,146794	16,53568	6
Plano 4	0,043097	0,157303	16,53568	6
Plano 5	0,045645	0,166606	16,53568	6
Plano 6	0,048278	0,176214	16,53568	6
Plano 7	0,050195	0,18321	16,53568	6
Plano 8	0,050973	0,186051	16,53568	6
Plano 9	0,055438	0,202349	16,53568	6
Plano 10	0,06134	0,223892	16,53568	6
Plano 11	0,048651	0,177576	16,71169	6

Tabela 65 – Dados das soluções

Analisando os planos observa-se que neste cenário 2 temos um único plano que representa a única solução não dominada que é o plano 2 (plano na tabela com sombreamento alaranjado). Perante este cenário a solução é considerar no 1º ano a Central a Diesel 3x5MW e o parque eólico de Achada Riba no planeamento da expansão do sistema produtor.

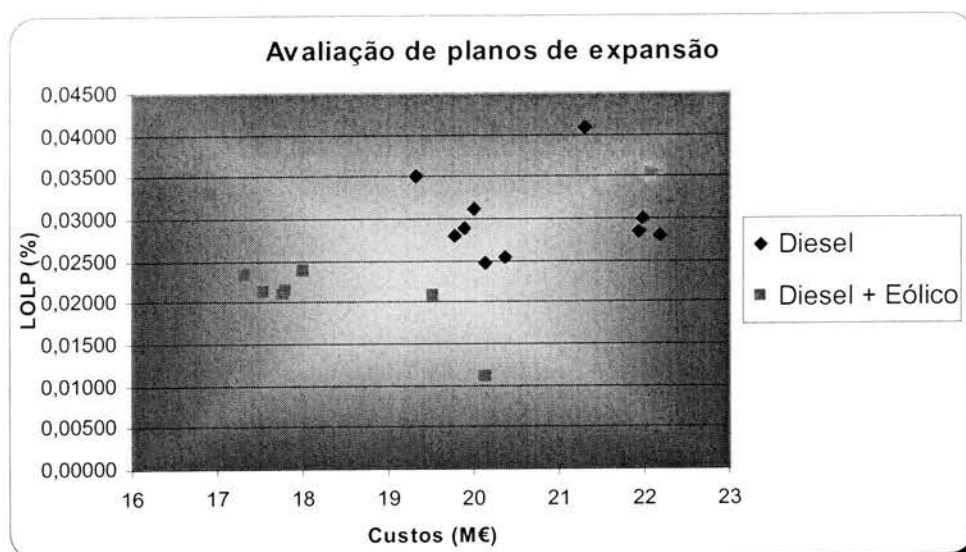


Fig. 86 – Planos considerando entrada de grupos de 5 e 10MW

Considerando para o cenário 1 a possibilidade de fazer entrar tanto grupos de 5MW, como grupos de 10 MW os resultados obtidos entre os dois grupos de soluções retratam a divisão existente entre as soluções. O sistema diesel é necessariamente o mais dispendioso economicamente, mas em relação a taxas de perda de carga consegue apresentar valores menos atractivos do que as soluções que nos são fornecidas pelas soluções Diesel + Eólico. Nestes planos deve-se optar por implementar o sistema híbrido de produção de energia eléctrica. A partir das soluções não dominadas, escolhido o sistema a adoptar Diesel ou híbrido, os critérios de decisão dependerão das restrições que a empresa apresentar.

4.3.7. Avaliação das soluções da Central da Vila Maio

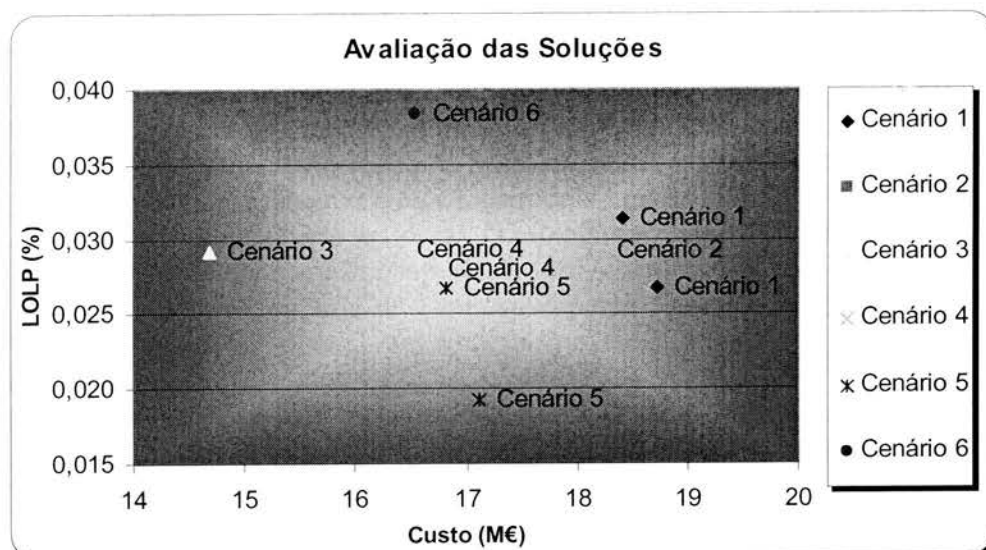


Fig. 87 – Avaliação das soluções nos cenários considerando a entrada de grupos de 5MW

Como forma de se encontrar solução mais robusta de entre os 6 cenários formulados para a expansão do consumo previsto para a ilha do Maio, construiu-se o seguinte gráfico (fig.62).

Analizando as soluções obteve-se três soluções que são as soluções pertencentes aos cenários 6, 1 (plano mais económico), e 2. O processo de decisão caberá certamente aos critérios e restrições da empresa considerar, ou mais nível económico, ou mais a nível de fiabilidade.

5. Conclusão

No presente trabalho desenvolveu-se um estudo relativo ao desenvolvimento dos Sistemas Eléctricos (SE) das ilhas de Boavista e do Maio no arquipélago de Cabo Verde, associando os aspectos de produção e distribuição de energia eléctrica para alimentação dos consumos típicos de; empreendimentos turísticos, infra-estruturas de transporte ligadas a portos e aeroportos e restantes infra-estruturas associadas à produção de água dessalinizada (ETA), saneamento e reciclagem de efluentes (ETAR), tudo isso aliado ao crescente aumento da população residente. O estudo desse SE está englobado num grande projecto que pretende abarcar um conjunto de infra-estruturas de base necessárias para a implementação de um Programa de Desenvolvimento Turístico integrado das ilhas da Boavista e Maio.

Pretendeu-se com este trabalho, de um modo mais específico, desenvolver um estudo de Optimizações de plano de expansão de Sistemas produtores Diesel, Eólico, Fotovoltaico, em redes isoladas de elevado consumo para a dessalinização.

Esse estudo de Optimização partiu de um outro estudo que já vinha sendo desenvolvido por uma equipa de unidade de Sistema de Energia do INESC Porto, tendo este nosso estudo como objectivo actualizar e aprofundar o trabalho já realizado pelo INESC Porto em fase anterior, considerando o cenário actualizado de ocupação dos empreendimentos turísticos.

Para o nosso estudo de Optimização de plano de expansão de sistemas Produtores, preparou-se vários cenários de evolução de consumo, ou seja os empreendimentos turísticos e todas as infra-estruturas suportadas pelos SE das ilhas, prevê-se uma evolução de forma diferente ao longo dos anos para cada cenário elaborado. Pretendeu-se com base nesses vários cenários, conhecer e compreender quando e de que forma, irá entrar em funcionamento os grupos diesel e os parques eólicos, para tal efectuaram-se estudos de combinação com Geradores diesel de 5MW e 10MW e parques eólicos. Para efectuar esses estudos foi utilizado um programa em *Visual Basic*, onde se estuda a Fiabilidade de Sistemas Produtores e de Transporte, que corresponde ao estudo aplicado no nosso projecto de optimização da expansão do sistema produtor, para além do software foi utilizada uma ferramenta de calculo desenvolvida por nós, no Excel, por forma a podermos ter uma base de comparação.

Com base nesse estudo podemos chegar a algumas soluções consideradas óptimas e a mais adequada, satisfazendo o objectivo traçado. A melhor solução por nós encontrada e que satisfizesse todos os requisitos técnicos e económicos foram, tanto para a ilha de Boa Vista como a para a ilha do Maio, foi considerar os sistemas híbridos – Grupos Diesel e Parques Eólicos -, que respondem de forma mais eficaz que os sistemas unicamente a Diesel, ou seja a inclusão do parque eólico é uma mais valia não só no que toca com condições técnicas e económicas mas também, satisfazendo condições ambientais, tão importante quando se refere a produção através de energias limpas.

6. Bibliografia

- Power Generation, Operation and Control, Wood Wollenbberg, 2nd Ed, John Wiley, 1996
- “Power System Reliability Evolution” Gordon and Brea, Science Publishers, Billinton R., New York, 1970
- Probability Concepts in Electric Power Systems, George J. Anders, John Wiley & Sons 1990
- “Reliability of Engineering Systems – Concepts and Techniques”, Billinton R., and Allan R.R., Plenum Press, 1994
- “Composite Systems Reliability Evaluation”, IEE Transactions, Billinton R., PAS-89, 1969
- Caracterização de consumo / Diagramas de cargas – Prof. Cláudio Monteiro
- Fiabilidade de um Sistema Produtor e de Transporte (aplicações ao planeamento) – Prof. Vladmiro Miranda – FEUP
- Fiabilidade do Sistema Produtor/Transporte – Prof. F. Maciel Barbosa
- La Demanda Electrica Española. Resultados del Proyecto INDEL
- Demande Maîtresiée d’électricité : Elaboration d’une projection á l’horizon 2020, D.Gusbin, Outubro 2004
- <http://www.eolica.com.br/projetos.html>
- <http://www.ine.cv>
- <http://www.electra.cv>
- <http://ww.ren.pt>
- <http://www.energiasrenivaveis.pt>
- <http://power.inescn.pt/claudio>



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000105235