

Capítulo 5

Análise de resultados

5.1 - Introdução

Neste Capítulo serão apresentados e analisados resultados referentes a um conjunto de simulações efectuados através de *Impactus*.

O conjunto de simulações realizadas tem o objectivo de determinar a influência das produções hídrica e eólica, da manutenção programada e do diagrama de cargas utilizado nos índices de fiabilidade do sistema produtor.

Para estes estudos serão efectuadas simulações com e sem consideração da manutenção e para o ano de 2009 serão efectuadas simulações considerando um número de períodos diários diferentes. Nos restantes anos os períodos diários a serem considerados serão quatro.

Serão efectuadas simulações para os anos de 2009, 2010 e 2011, sendo que para o ano de 2011 será admitido um cenário de estudo acordado pelos intervenientes nesta dissertação no que respeita ao sistema térmico, aos consumos utilizados, às produções e à manutenção programada para esse ano, como será descrito nessa análise.

Os dados que compõem o sistema térmico dos anos de 2009 e 2010 são iguais, assim, a única diferença verificada é ao nível dos consumos e produções, visto que o ano de 2009 foi um ano seco e o ano de 2010 um ano húmido.

Para o ano de 2011 foi adoptado um cenário intermédio das produções a considerar tendo como grande diferença a desclassificação da central do Carregado.

Serão avaliados os anos individualmente e no final do Capítulo será efectuada uma análise entre eles, procurando identificar algumas semelhanças e diferenças e tomada de decisões estratégicas.

A composição do sistema térmico para os períodos em análise pode ser encontrada nas tabelas seguintes bem como o plano de manutenção programada para estas avaliações de fiabilidade.

Tabela 5.1 - Constituição do sistema térmico português em 2009 e 2010

Centrais Térmicas Portuguesas 2009 e 2010				
Id. Central	Tecnologia	Pot. Liq. Unitária (MW)	Nº Grupos	F.O.R. (grupos)
LARES	CCGTPT	420	2	0.011
CRJ	CCGTPT	392	3	0.011
Turbo Gás	CCGTPT	330	3	0.048
Pego	Carv. Imp. PT	292	2	0.034
Setúbal	Fuelóleo	237	4	0.085
Barreiro	Fuelóleo	56	1	0.115
Tunes 34	Gasóleo	83	2	0.043
Sines	Carv. Imp. PT	298	4	0.087
Carregado 12	Fuelóleo	119	2	0.137
Carregado 34	Fuelóleo	119	2	0.137
Carregado 56	Fuelóleo	119	2	0.137

Deve notar-se que a central do Carregado 12 é composta pelos grupos 1 e 2 respectivamente da central do Carregado. Isso verifica-se para a designação das outras centrais assim numeradas.

Tabela 5.2 - Manutenção programada em 2009 e 2010

Manutenção Programada para 2009 e 2010				
Central	Grupo	Mês inicial	Dia inicial	Duração (semanas)
Sines	1	1	4	2
	2	8	27	1
	3	7	2	8
	4	10	2	8
Carregado (12; 34)	1	12	3	1
	2	7	6	1
	3	11	28	1
	4	11	28	1

Para 2011 a Tabela 5.3 descreve a constituição do sistema térmico produtor, desclassificando os grupos produtores do Carregado como se verifica. Na Tabela 5.4 encontra-se a manutenção programada a considerar para esse ano.

Tabela 5.3 - Constituição do sistema térmico português em 2011

Centrais Térmicas Portuguesas para 2011

Id. Central	Tecnologia	Pot. Liq. Unitária (MW)	Nº Grupos	F.O.R. (grupos)
LARES	CCGTPT	420	2	0.011
CRJ	CCGTPT	392	3	0.011
Turbo Gás	CCGTPT	330	3	0.048
Pego	Carv. Imp. PT	292	2	0.034
Setúbal	Fuelóleo	237	4	0.085
Barreiro	Fuelóleo	56	1	0.115
Tunes 34	Gasóleo	83	2	0.043
Sines	Carv. Imp. PT	298	4	0.087

Tabela 5.4 - Manutenção programada a considerar em 2011

Manutenção considerada para 2011

Central	Grupo	Mês inicial	Dia inicial	Duração (semanas)
Sines	1	1	4	2
	2	8	27	1
	3	7	2	8
	4	10	2	8
LARES	1	7	15	2
	2	8	10	2

Ao longo da análise de cada ano serão explicadas as simulações efectuadas acompanhadas de gráficos e figuras referentes aos resultados obtidos.

5.2 - Análise referente a 2009

Neste ano serão calculados os índices de fiabilidade pretendidos efectuando várias simulações mostrando-se a diferença de resultados obtidos considerando um número diferente de períodos diários com e sem manutenção.

A caracterização do sistema produtor térmico e a manutenção referentes a este ano são semelhantes ao ano de 2010 pelo que não será repetida esta caracterização quando se apresentar a análise referente ao ano de 2010.

5.2.1 - Configuração do sistema produtor

Considerando as Tabelas 5.1 e 5.2 e atendendo ao modo de inserção das centrais e dos grupos explicados anteriormente, estas tabelas agrupam-se originando a Tabela 5.5 de configuração do sistema produtor térmico cujos dados devem ser inseridos na aplicação.

Tabela 5.5 - Configuração do sistema produtor térmico a inserir na aplicação 2009 e 2010

Configuração do sistema térmico a inserir na aplicação 2009 e 2010

Id. Central	Pot. Liq. Unitária (MW)	Nº Grupos	F.O.R. (grupos)	Mês inicial	Dia inicial	Duração (semanas)
LARES	420	2	0.011			
CRJ	392	3	0.011			
Turbo Gás	330	3	0.048			
Pego	292	2	0.034			
Setúbal	237	4	0.085			
Barreiro	56	1	0.115			
Tunes 34	83	2	0.043			
Sines Grupo 1	298	1	0.087	1	4	2
Sines Grupo 2	298	1	0.087	8	27	1
Sines Grupo 3	298	1	0.087	7	2	8
Sines Grupo 4	298	1	0.087	10	2	8
Carregado Grupo 1	119	1	0.137	12	3	1
Carregado Grupo 2	119	1	0.137	7	6	1
Carregado Grupo 3	119	1	0.137	11	28	1
Carregado Grupo 4	119	1	0.137	11	28	1

Deve notar-se que pelo facto dos grupos da central de Sines, Carregado 12 e Carregado 34 efectuarem manutenção nestes anos, estes são inseridos individualmente especificando a data e a duração prevista da manutenção destes grupos.

5.2.2 - Consumo, produções e manutenção

A carga no ano de 2009 é discriminada hora a hora assim como as produções hídrica e eólica verificadas nesse ano, representadas na Figura 5.1

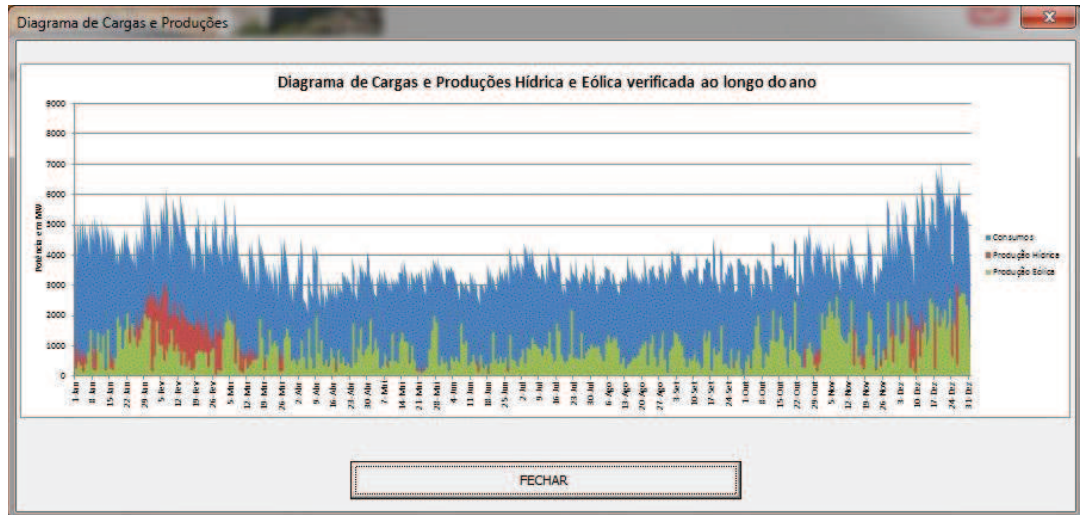


Figura 5.1 - Diagrama horário da carga e produções hídrica e eólica de 2009

Neste ano verifica-se que a produção eólica supera na maioria do tempo a produção hídrica devido ao facto de 2009 ter sido um ano seco e, por isso, a produção hídrica foi baixa.

A manutenção efectuada no ano de 2009 é igual à efectuada no ano de 2010 e pode ser verificada no gráfico representado na Figura 5.2.



Figura 5.2 - Manutenção programada para 2009 e 2010

Deve notar-se que os meses em que predomina a manutenção são meses onde a carga é mais baixa, os meses de Verão ou nos meses de Inverno ou em que a disponibilidade hídrica é maior.

5.2.3 - Resultados para o ano de 2009

Neste ponto serão ilustrados os resultados das várias simulações efectuadas pretendendo analisar o facto da utilização de diferentes condições de execução nos resultados obtidos.

5.2.3.1 - Simulação 1: Pontas de carga, 2 períodos diários e sem manutenção

Neste ponto são ilustrados pela Figura 5.3 os resultados obtidos para uma simulação considerando 2 períodos diários e considerando as pontas desses períodos, visto ser o caso mais desfavorável.

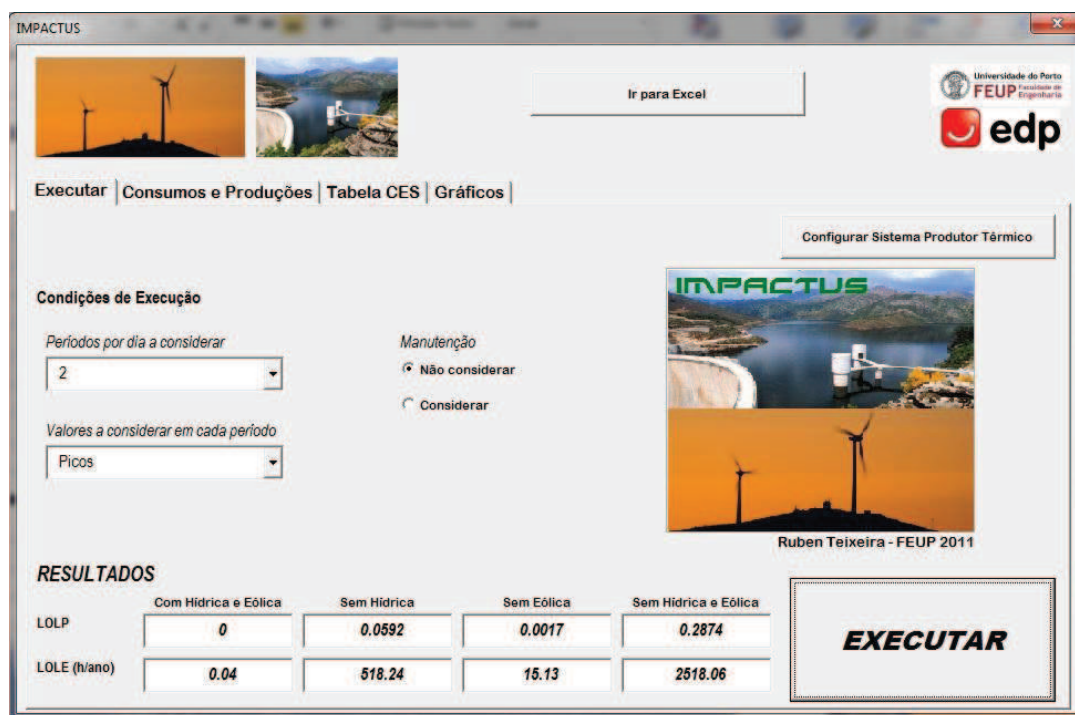


Figura 5.3 - Resultados da simulação 1 para o ano de 2009

A Figura 5.4 ilustra os resultados obtidos para o LOLP nesta simulação através de um gráfico de barras disponibilizado pela aplicação.

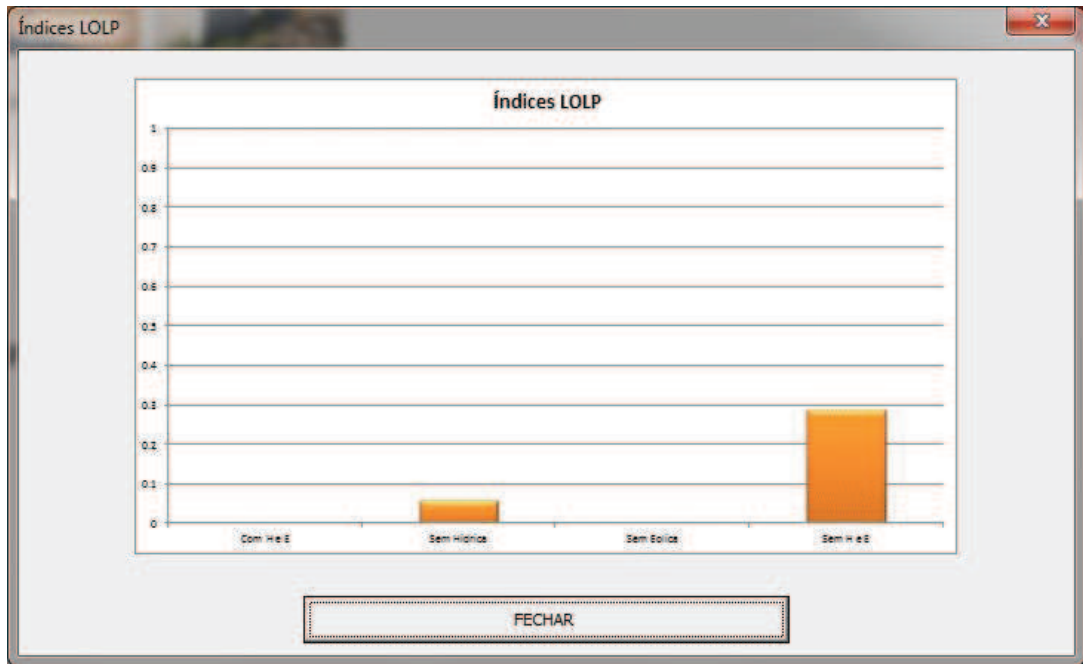


Figura 5.4 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 1 para o ano de 2009

Deve notar-se que para o sistema completo a fiabilidade do sistema se revela muito boa tendo índices de fiabilidade próximos de zero. Assim acontece também quando não é considerada a produção eólica. O mesmo já não acontece quando não consideramos a produção hídrica que se revela importante no aumento da fiabilidade do sistema. Como seria de esperar a situação mais gravosa é a última em que não se considera as produções hídrica e eólica e, por isso, os índices de fiabilidade reflectem os valores referentes à resposta do sistema térmico isoladamente para a carga verificada.

5.2.3.2 - Simulação 2: Pontas de carga, 4 períodos diários e sem manutenção

Nesta simulação pretende-se mostrar a alteração dos valores dos índices de fiabilidade relativamente à simulação 1. Estes valores terão diferenças representativas visto que a consideração de um maior número de períodos diários dá origem a valores mais precisos dos índices de fiabilidade. Contudo, estas diferenças mostram-se pouco significativas quando se eleva mais o número de períodos diários. Por isso, as simulações analisadas serão efectuadas considerando 4 períodos diários, visto a simulação demorar pouco tempo e os valores obtidos serem considerados bons resultados da simulação, isto é, com um nível de precisão considerado aceitável para este estudo.

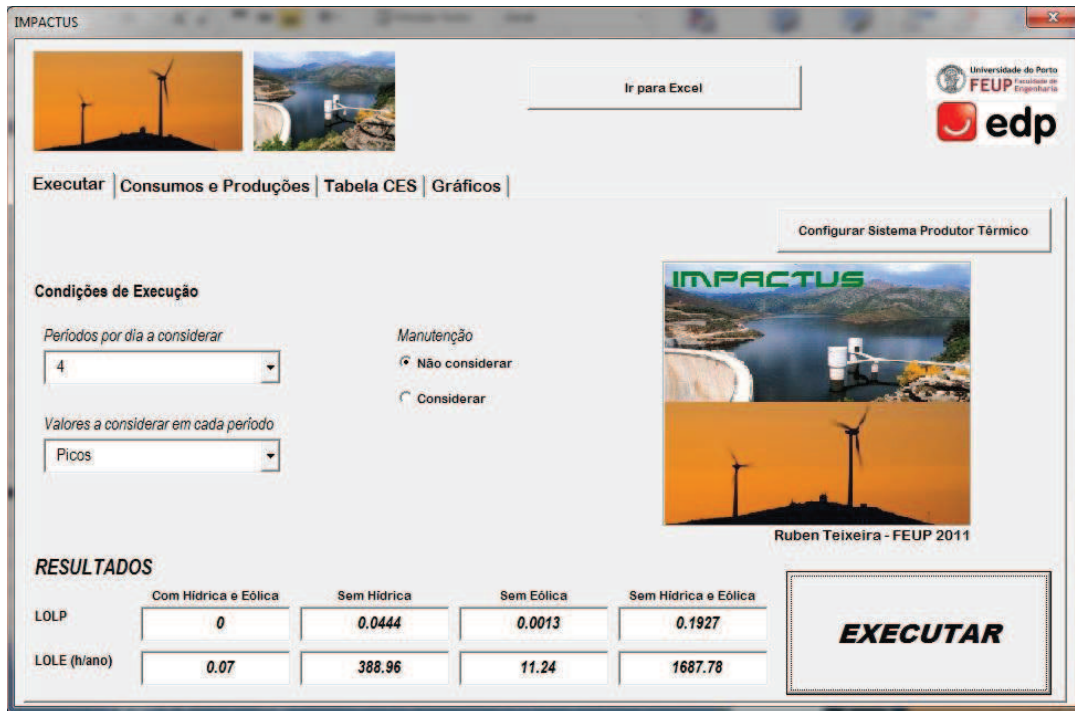


Figura 5.5 - Resultados da simulação 2 para o ano de 2009

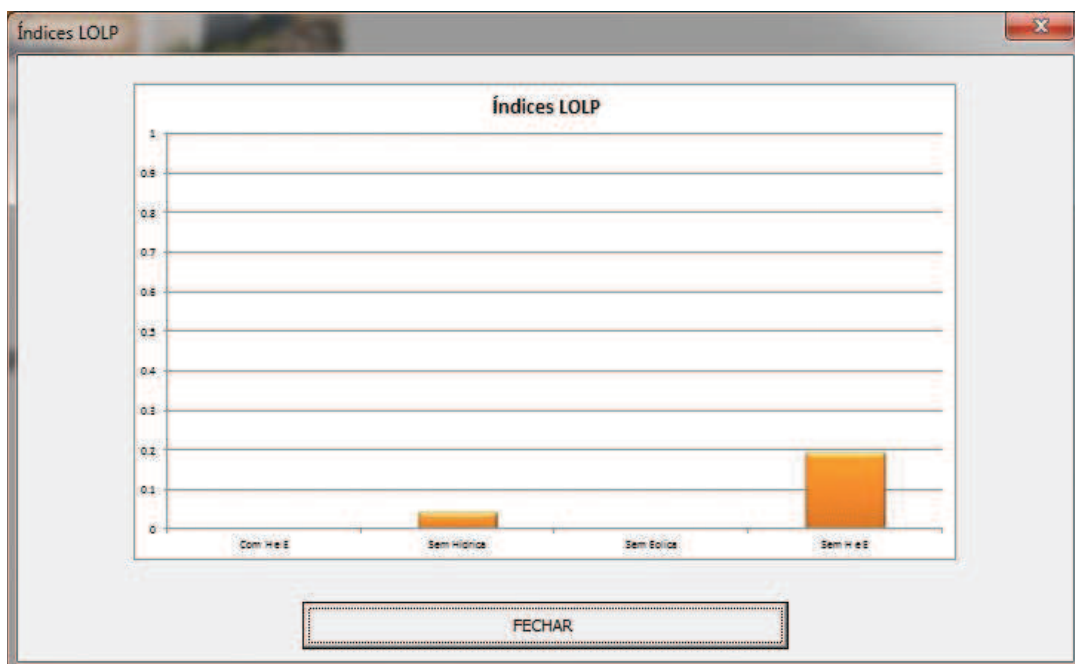


Figura 5.6 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 2 para o ano de 2009

Através da análise das Figuras 5.5 e 5.6 verifica-se que a comparação de resultados feita com a simulação 1 se mantém nesta simulação. Contudo, os valores dos índices de fiabilidade sofreram alterações revelando-se mais baixos e, por isso, revelando um sistema produtor melhor do que aquele que se perspectivou na simulação 1. Pode verificar-se que os valores dos índices de fiabilidade não considerando as produções hídrica e eólica são valores

preocupantes revelando a importância das produções hídrica e eólica no melhoramento da fiabilidade do sistema.

5.2.3.3 - Simulação 3: Média da carga, 4 períodos diários e sem manutenção

Esta simulação pretende, sobretudo, ilustrar a diferença de considerar o valor médio da carga nos períodos considerados ao invés dos valores máximos, considerados nas simulações anteriores.

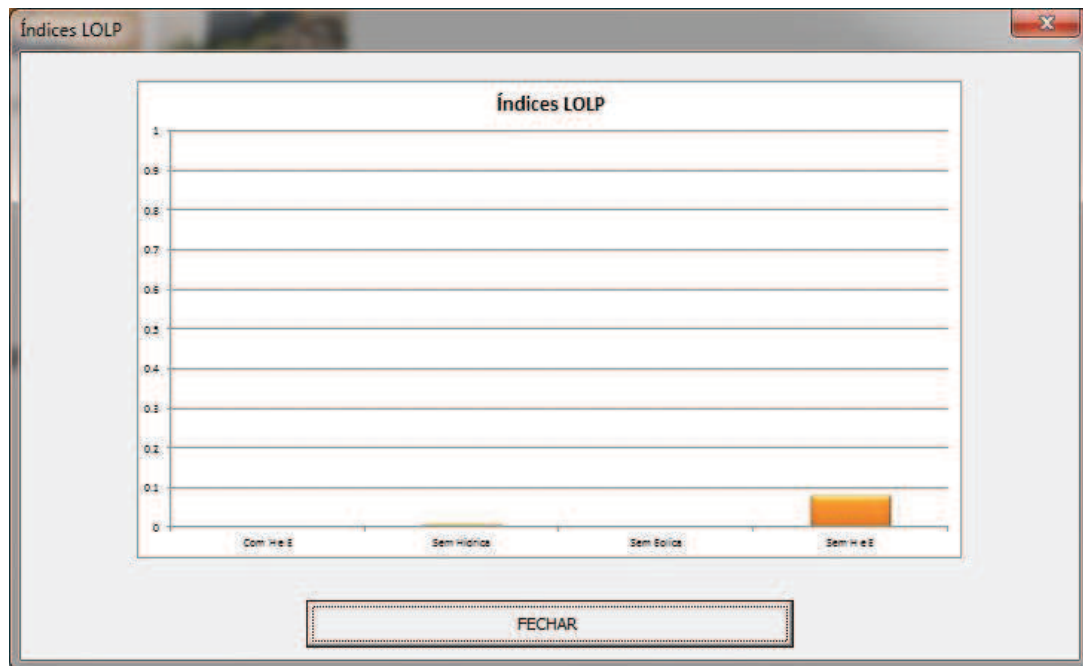


Figura 5.7 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 3 para o ano de 2009

A Figura 5.7 ilustra, tal como seria de esperar, que a fiabilidade do sistema sai valorizada relativamente às simulações anteriores. Isto é, os índices de fiabilidade calculados são muito melhores relativamente à consideração das pontas de carga. Isto deve-se a que ao considerar as pontas, os valores da carga são mais elevados que a média aritmética e, por isso, o risco de corte de carga é superior.

Estes resultados podem ser importantes na medida em que são mais realistas, enquanto que a consideração das pontas de carga fornecem uma estimativa mais severa na avaliação da fiabilidade do sistema produtor, pelo que serão apresentados os resultados relativos a estes dois tipos de dados nas simulações a apresentar em seguida.

5.2.3.4 - Simulação 4: Média da carga, 4 períodos diários e com manutenção

Esta simulação permitirá obter resultados que reflectem mais fielmente o que se passa no sistema produtor ao longo do ano, uma vez que é considerada a manutenção programada, sendo essa a única diferença relativamente à simulação 3.

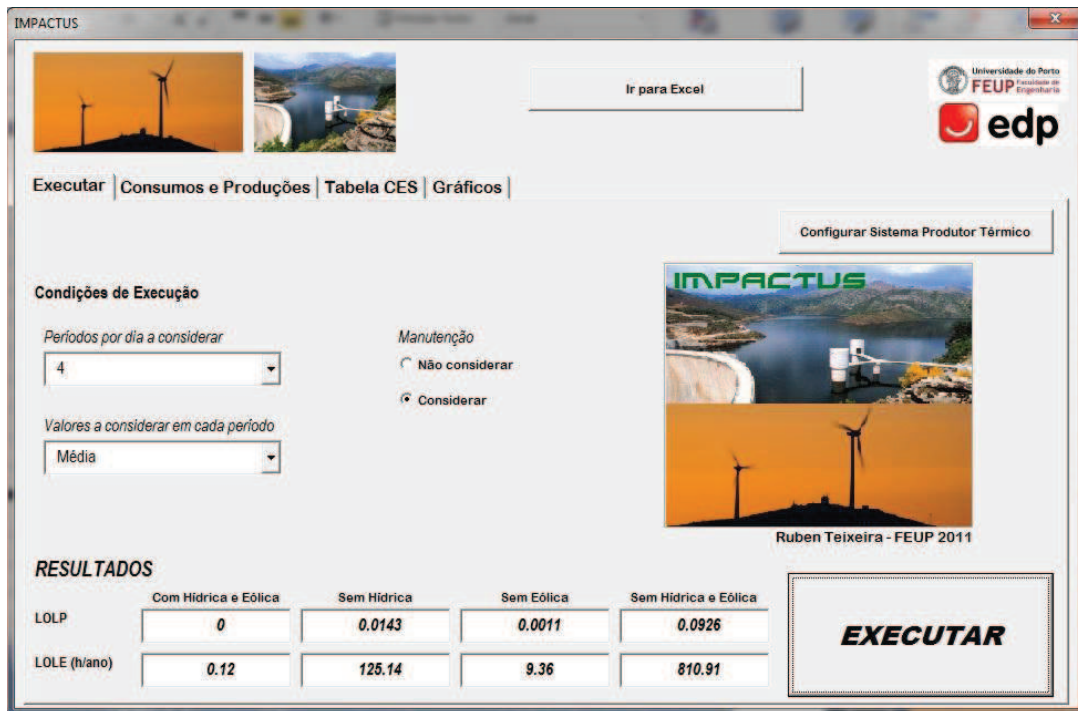


Figura 5.8 - Resultados da simulação 4 para o ano de 2009

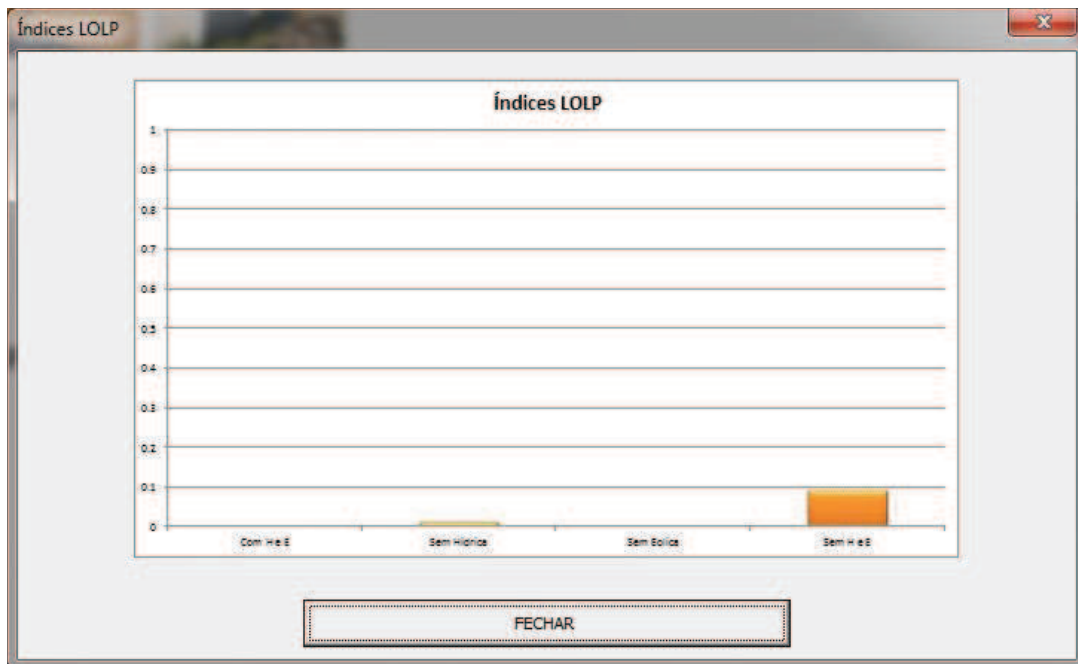


Figura 5.9 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 4 para o ano de 2009

Os resultados obtidos nesta simulação mostram um agravamento dos índices de fiabilidade. Este resultado era esperado, na medida em que a manutenção introduz agravamento da carga, isto é, um aumento da carga nos períodos em que se verifica a manutenção correspondente à potência que se encontra fora de serviço nesse período de tempo.

5.2.3.5 - Simulação 5: Pontas de carga, 4 períodos diários e com manutenção

Finalmente são apresentados os resultados com as condições mais frequentemente utilizadas no cálculo dos índices de fiabilidade, isto é, considerando as pontas de carga e a influência da manutenção programada.

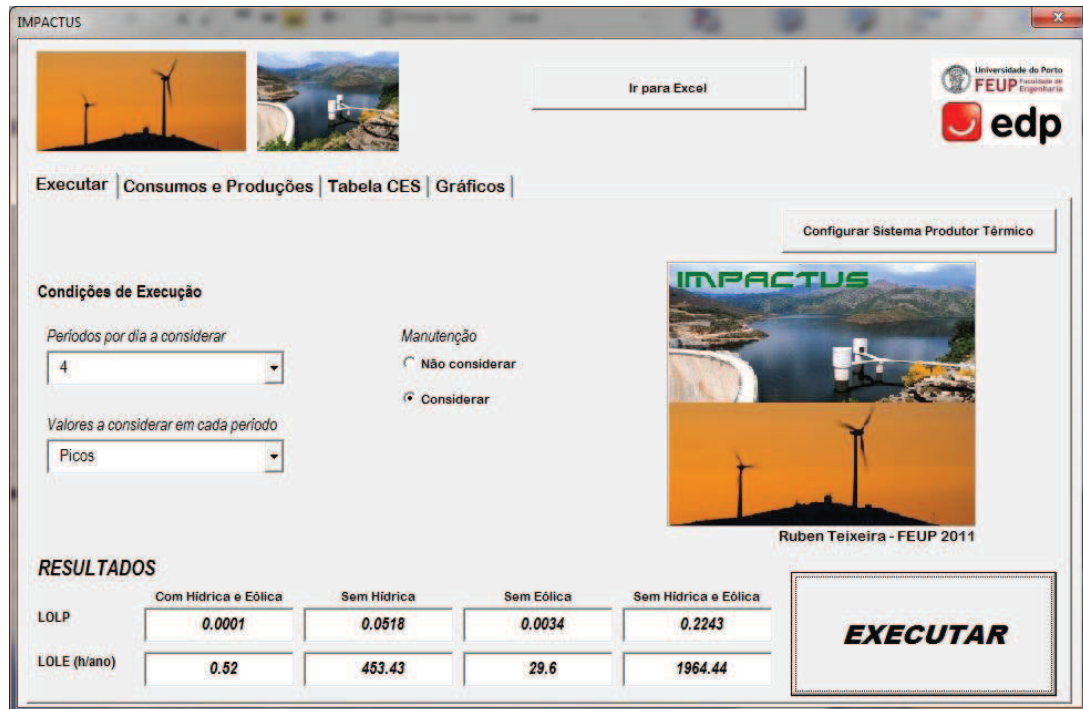


Figura 5.10 - Resultados da simulação 5 para o ano de 2009

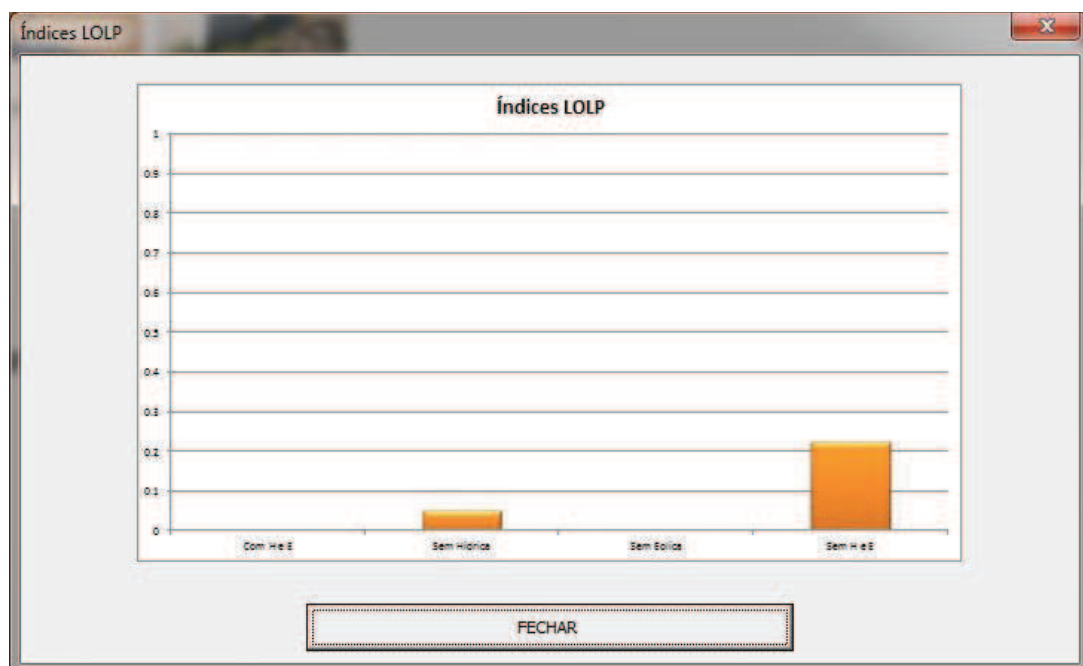


Figura 5.11 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 5 para o ano de 2009

Verifica-se que nesta simulação os índices são agravados relativamente às simulações anteriores, exceptuando a simulação 1 que considera apenas 2 períodos diários.

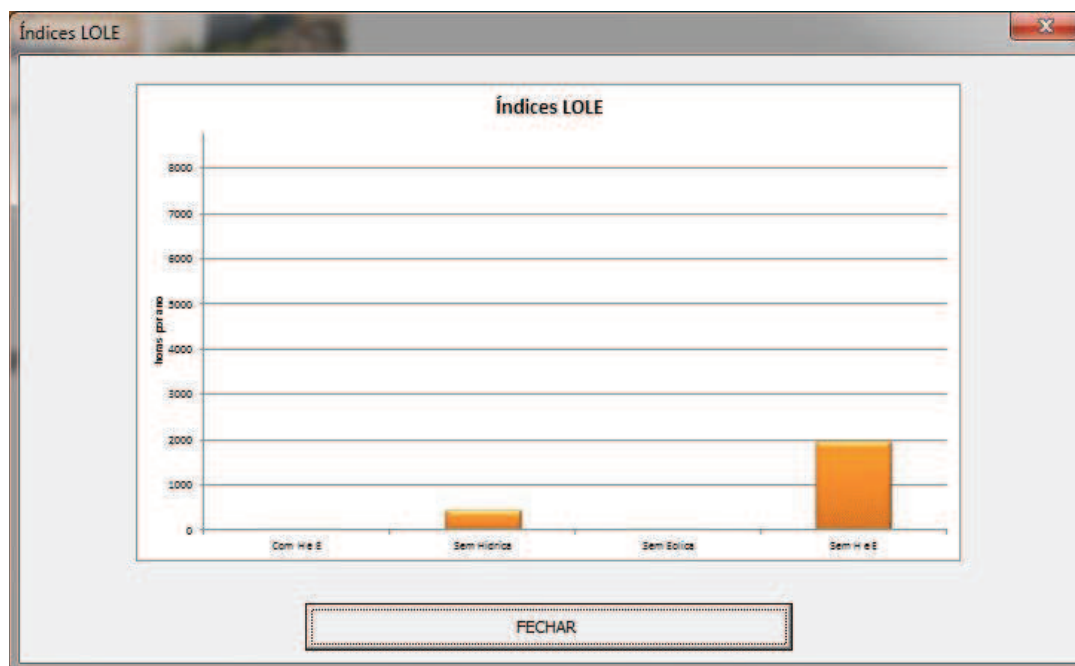


Figura 5.12 - Gráfico de índices LOLE para a simulação 5 para o ano de 2009

A Figura 5.12 apresenta a os índices LOLE, permitindo avaliar o sistema pelo tempo em que este seria incapaz de satisfazer a carga no período de um ano.

Assim, para esta simulação é possível verificar que para o sistema completo o número de horas em que o sistema não seria capaz de satisfazer a carga é inferior a uma hora. O sistema revela ter índices de fiabilidade de boa qualidade no ano de 2009 no que respeita à sua composição total.

Contudo, no caso mais desfavorável, ou seja, a inexistência de produção hídrica e produção eólica o sistema revela índices de fiabilidade pouco aceitáveis com um número de horas de incapacidade de alimentar a carga próxima das 2000 horas, o que equivale a aproximadamente 6 horas por dia, 83 dias por ano, o que é um valor inaceitável.

5.2.4 - Comparação de resultados

A Tabela 5.6 resume os resultados obtidos, para os índices de fiabilidade nas várias simulações efectuadas para o ano de 2009.

Tabela 5.6 - Resumo dos resultados obtidos no conjunto das várias simulações para 2009

Resultados LOLP para 2009					
Combinações	simulação 1	simulação 2	simulação 3	simulação 4	simulação 5
Com hídrica e eólica	0	0	0	0	0.0001
Sem hídrica	0.0592	0.0444	0.0101	0.0143	0.0518
Sem eólica	0.0017	0.0013	0.0004	0.0011	0.0034
Sem hídrica e eólica	0.2874	0.1927	0.08	0.0926	0.2243
Manutenção	não	não	não	sim	sim

A Figura 5.13 apresenta graficamente os diferentes resultados obtidos disponíveis numericamente na Tabela 5.6.

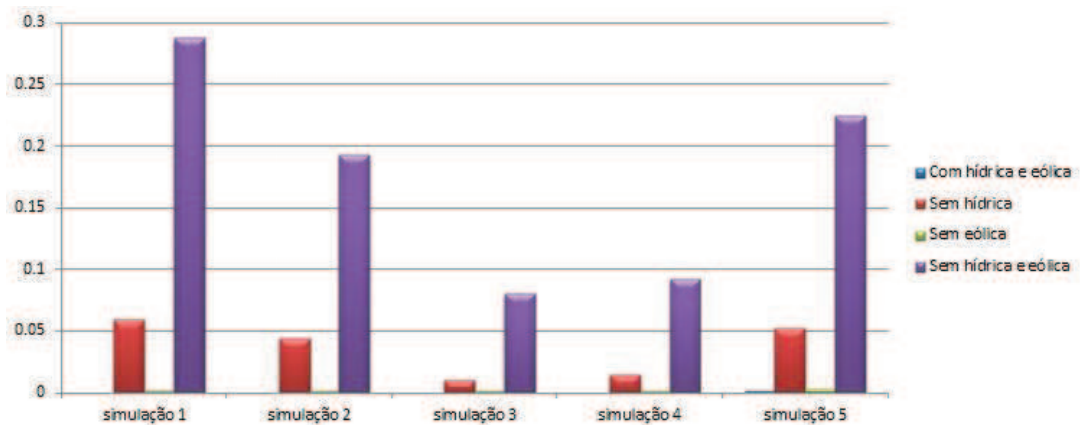


Figura 5.13 - Gráfico LOLP que resume os resultados obtidos das várias simulações para 2009

Nesta Tabela:

- simulação 1: pontas de carga, 2 períodos diários e sem manutenção;
- simulação 2: pontas de carga, 4 períodos diários e sem manutenção;
- simulação 3: média da carga, 4 períodos diários e sem manutenção;
- simulação 4: média da carga, 4 períodos diários e com manutenção;
- simulação 5: pontas de carga, 4 períodos diários e com manutenção.

Resumindo, para o ano de 2009 os índices de fiabilidade do sistema produtor são bons, visto que a inexistência de produção hídrica e eólica em simultâneo na sua totalidade é um caso muito raro. Assim, estes valores permitem avaliar a importância dessas produções no aumento da fiabilidade do sistema.

Apesar de 2009 ser um ano pouco chuvoso, a produção hídrica assume um maior destaque relativamente à produção eólica, visto que revela uma capacidade de produção maior que a produção eólica sobretudo nos meses de inverno. A capacidade hídrica instalada superior à

capacidade eólica, a volatilidade e ausência do recurso eólico contribuem para a diferença de produção entre estas duas fontes de energia.

Note-se ainda que a consideração da manutenção contribuiu para um agravamento dos índices de fiabilidade.

5.3 - Análise referente a 2010

Para este ano serão feitas apenas simulações considerando quatro períodos diários. O ano de 2010 distingue-se de 2009 na sua tipologia. Se 2009 foi um ano seco, 2010 foi um ano húmido e por isso com uma disponibilidade hídrica maior que o ano de 2009. Foi devido a esta diferença que se decidiu obter os índices do ano de 2009 de modo a comparar estes dois anos.

5.3.1 - Consumo, produções e manutenção

O ano de 2010 possuiu a mesma configuração do sistema produtor térmico de 2009. Assim, os dados das centrais a inserir no sistema produtor térmico devem corresponder à Tabela 5.5, pelo que a Tabela das Probabilidades das Capacidades em Serviço será a mesma que foi calculada para as simulações realizadas para o ano de 2009. Assim, não precisa de ser calculada novamente e a manutenção programada será a mesma que em 2009 o que corresponde à distribuição apresentada pela Figura 5.2.

A Figura 5.14 apresenta os consumos e as produções hídrica e eólica verificadas no ano de 2010.

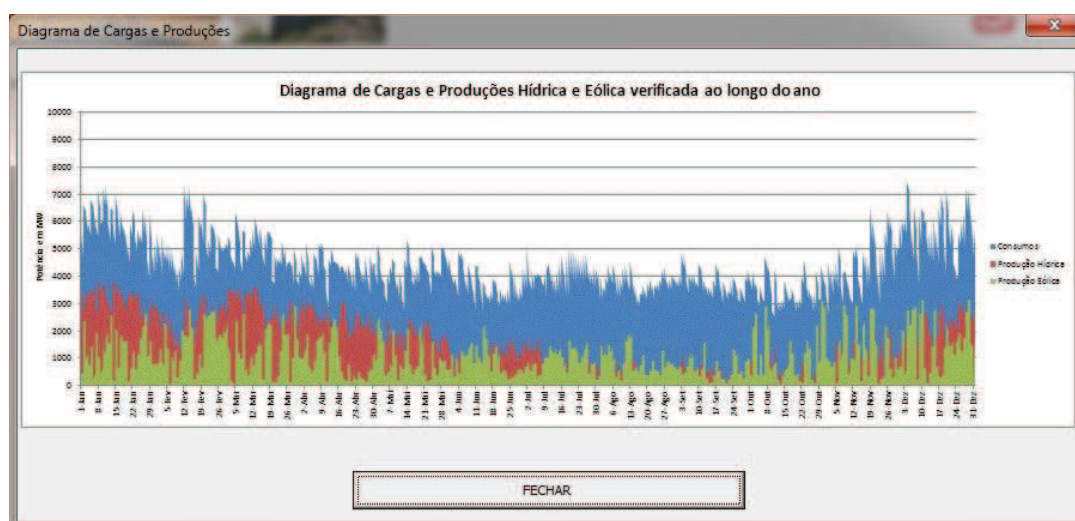


Figura 5.14 - Diagrama horário da carga e produções hídrica e eólica de 2010

É possível verificar que a componente hídrica é bem mais abundante neste ano relativamente ao ano de 2009, precisamente por se tratar de um ano húmido.

Foi possível verificar ainda para o ano de 2010 que a média anual da produção tanto hídrica como eólica aumentaram bem como a média anual do consumo registado, relativamente a 2009, como mostra a Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Média dos consumos e produções verificadas em 2009 e 2010

Valores médios anuais verificados		
	2009	2010
Consumo (MW)	4461.45	4702.05
P. Hídrica (MW)	903.86	1699.99
P. Eólica (MW)	854.71	1029.87

O aumento da produção hídrica deveu-se a que 2010 foi um ano húmido enquanto o aumento da produção eólica se deveu aos investimentos feitos para aumento da capacidade eólica instalada no país.

5.3.2 - Resultados de 2010

Neste ponto serão apresentados os resultados relativos às simulações efectuadas para o ano de 2010, pretendendo analisar a influência da manutenção nos resultados obtidos bem como o impacto das produções hídrica e eólica na fiabilidade do sistema produtor.

5.3.2.1 - Simulação 1: Média da carga, 4 períodos e sem manutenção

A Figura 5.15 apresenta os resultados obtidos nesta simulação pela aplicação *Impactus*.

The screenshot shows the IMPACTUS simulation interface. On the left, under 'Condições de Execução', there are two dropdown menus: 'Períodos por dia a considerar' set to '4' and 'Valores a considerar em cada período' set to 'Média'. To the right, under 'Manutenção', there are two radio buttons: 'Não considerar' (selected) and 'Considerar'. On the right side, there is a logo for IMPACTUS and a small image of a dam and wind turbines, with the text 'Ruben Teixeira - FEUP 2011' below it. At the bottom, a table displays the results for LOLP and LOLE (h/ano) under four scenarios: 'Com Hídrica e Eólica', 'Sem Hídrica', 'Sem Eólica', and 'Sem Hídrica e Eólica'. A large 'EXECUTAR' button is visible on the right side of the results table.

RESULTADOS				
	Com Hídrica e Eólica	Sem Hídrica	Sem Eólica	Sem Hídrica e Eólica
LOLP	0	0.0211	0.0015	0.1227
LOLE (h/ano)	0	184.7	13.53	1075.04

Figura 5.15 - Resultados da simulação 1 para o ano de 2010

Verifica-se que a ausência de produção hídrica introduz um agravamento nos índices de fiabilidade maior que a ausência da produção eólica. Este facto deve-se a que as centrais hídricas revelam uma maior capacidade de produção relativamente à produção eólica.

5.3.2.2 - Simulação 2: Pontas da carga, 4 períodos e sem manutenção

Os resultados desta simulação são agravados relativamente aos da simulação 1, visto que se consideram as pontas dos períodos considerados o que agrava o diagrama de cargas considerado nos cálculo dos índices de fiabilidade como ilustra a Figura 5.16.

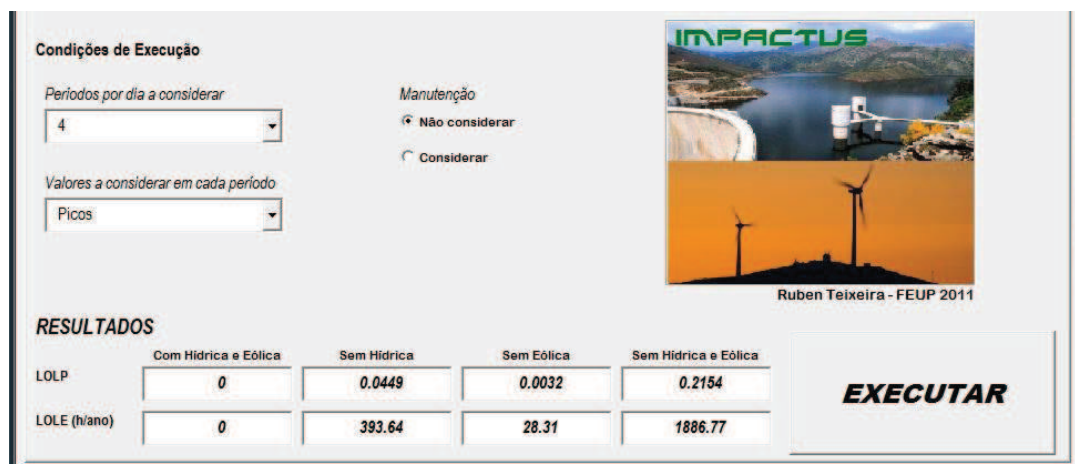


Figura 5.16 - Resultados da simulação 2 para o ano de 2010

Ao considerar as pontas de carga relativamente à média os resultados são agravados para cerca do dobro.

5.3.2.3 - Simulação 3: Média da carga, 4 períodos e com manutenção

A Figura 5.17 permite observar que a consideração da manutenção relativamente à simulação 1 reflecte nos resultados valores de fiabilidade semelhantes à consideração das pontas de carga em vez dos valores médios. Estes resultados permitem verificar a importância da consideração da manutenção programada dos grupos térmicos no cálculo da fiabilidade do sistema produtor. Permite dizer que a consideração da manutenção e a sua programação são tão importantes como a consideração dos valores usados na construção do diagrama de cargas revelando um agravamento considerável nos índices de fiabilidade. Assim, a manutenção deve ser sempre que possível considerada para que os índices analisados sejam reflexo do real funcionamento do sistema produtor.

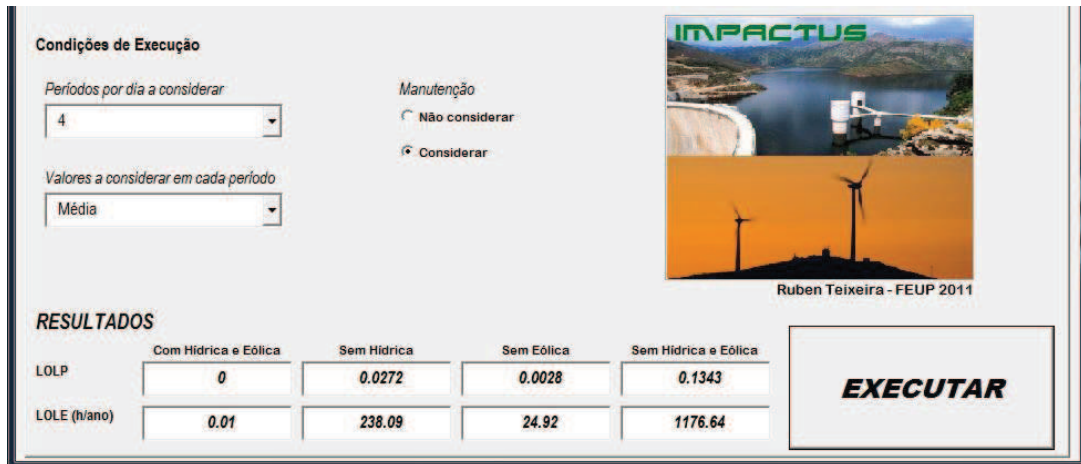


Figura 5.17 - Resultados da simulação 3 para o ano de 2010

5.3.2.4 - Simulação 4: Pontas da carga, 4 períodos e com manutenção

À semelhança das simulações efectuadas para o ano de 2009 este cenário é aquele que apresenta os índices de fiabilidade mais gravosos, devido às condições de cálculo consideradas.

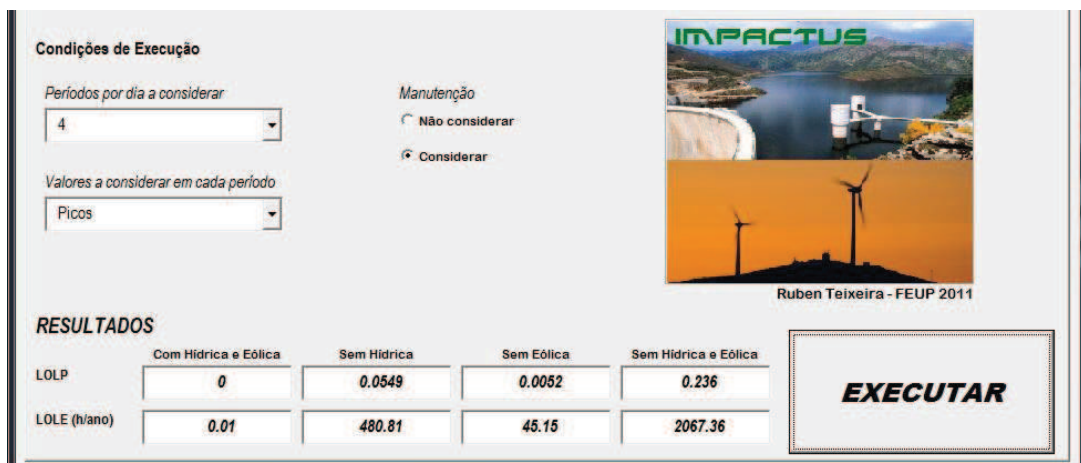


Figura 5.18 - Resultados da simulação 4 para o ano de 2010

Este cenário é aquele que reflecte os índices que normalmente são analisados nos estudos de fiabilidade.

Assim, pode dizer-se que a sistema produtor no ano de 2010 possuiu índices de fiabilidade muito bons, tendo em conta as produções hídrica e eólica que contribuíram significativamente para os valores obtidos.

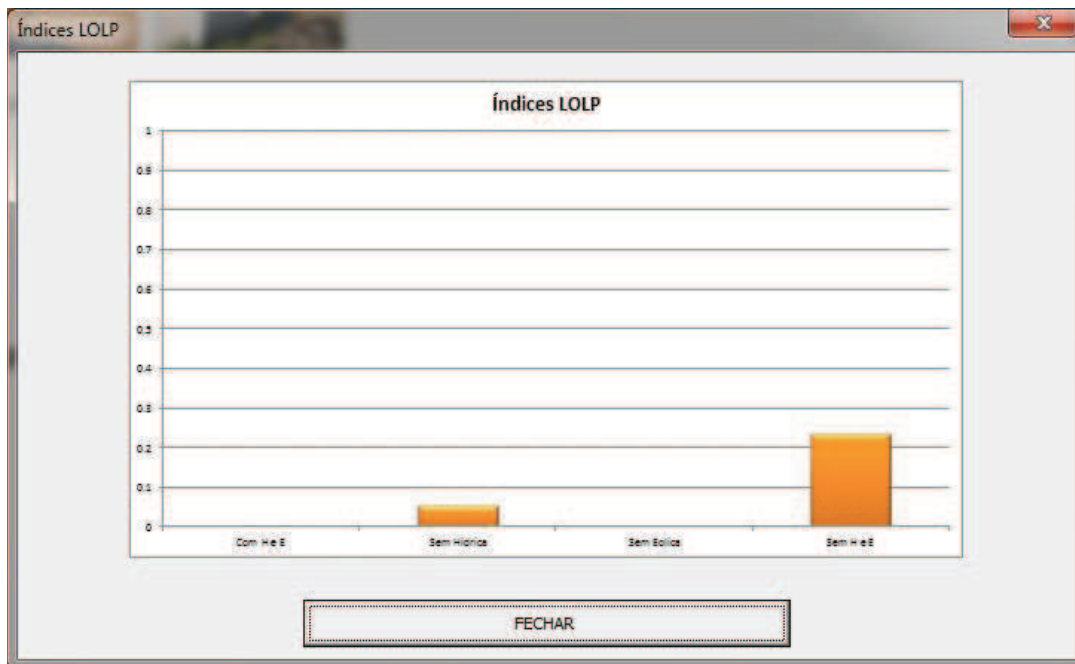


Figura 5.19 - Gráfico de índices LOLP para a simulação 4 para o ano de 2010

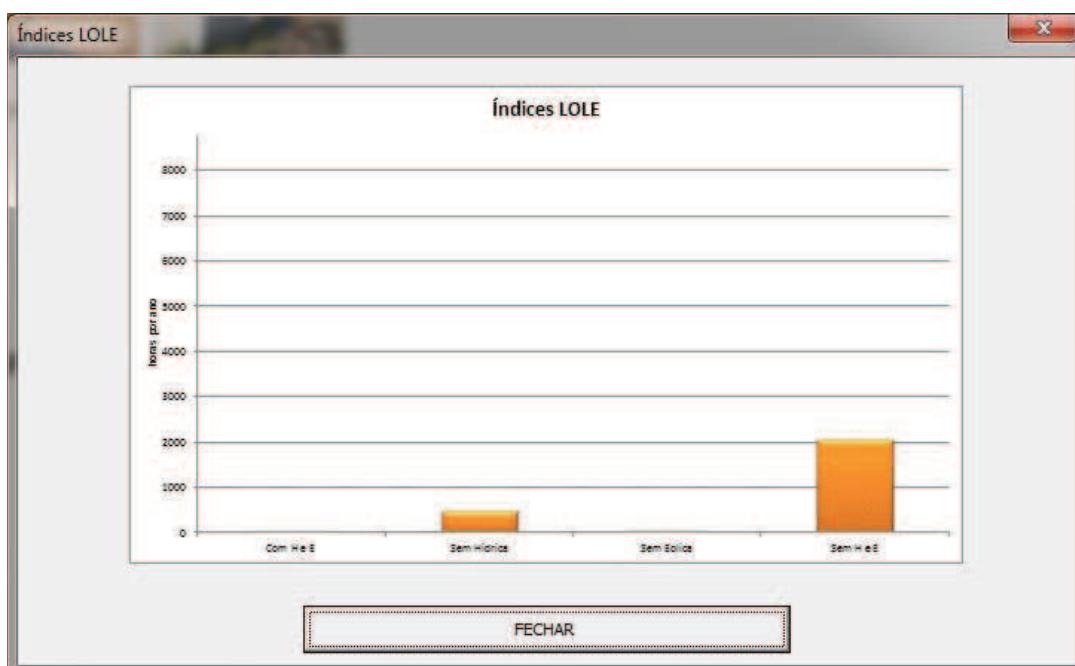


Figura 5.20 - Gráfico de índices LOLE para a simulação 4 para o ano de 2010

As produções hídrica e eólica assumem uma papel importante na melhoria dos índices de fiabilidade uma vez que, por exemplo na ausência da produção eólica o tempo em que a carga não é satisfeita aproxima-se da 48 horas, ou seja, aproximadamente 2 dias por ano, o que reflecte desde logo índices considerados pouco razoáveis.

5.3.3 - Comparação de resultados

A Tabela 5.8 resume os resultados obtidos no conjunto de simulações efectuadas para o ano de 2010.

Tabela 5.8 - Resumo dos resultados obtidos no conjunto das várias simulações para 2010

Resultados LOLP para 2010				
Combinações	simulação 1	simulação 2	simulação 3	simulação 4
Com hídrica e eólica	0	0	0	0
Sem hídrica	0.0211	0.0449	0.0272	0.0549
Sem eólica	0.0015	0.0032	0.0028	0.0052
Sem hídrica e eólica	0.1227	0.2154	0.1343	0.236
Manutenção	não	não	sim	sim
LOLE (h/ano)				
Com hídrica e eólica	0	0	0.01	0.01
Sem hídrica	184.7	393.64	238.09	480.81
Sem eólica	13.53	28.31	24.92	45.15
Sem hídrica e eólica	1075.04	1886.77	1176.64	2067.36

A Figura 5.21 revela graficamente os diferentes resultados obtidos disponíveis numericamente na Tabela 5.8.

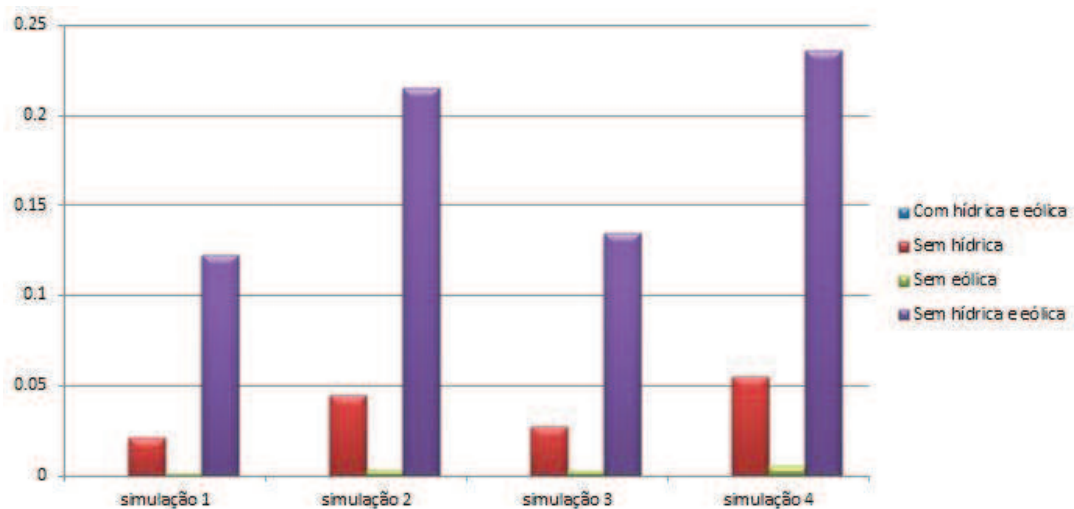


Figura 5.21 - Gráfico LOLP que resume os resultados obtidos das várias simulações para 2010

Nesta Tabela:

- simulação 1: média da carga, 4 períodos diários e sem manutenção;
- simulação 2: pontas de carga, 4 períodos diários e sem manutenção;
- simulação 3: média da carga, 4 períodos diários e com manutenção;
- simulação 4: pontas de carga, 4 períodos diários e com manutenção.

Resumindo, para o ano de 2010 os índices obtidos são muito bons revelando um sistema produtor com capacidade térmica em excesso face à carga a ser abastecida no sistema completo. O sistema térmico considerado em 2010 tem uma potência instalada de cerca 6428 MW para uma média anual de cerca de 2490 MW, mínimo 0 MW (sem produção térmica registada) e máximo de cerca de 5565 MW abastecidos somente pelo sistema térmico, isto é, considerando as produções hídrica e eólica que cobrem uma grande parte do consumo.

Nesta perspectiva, a produção hídrica e a produção eólica revelam-se fundamentais para a obtenção de bons índices de fiabilidade.

Esta importância pode ser avaliada no agravamento que os índices de fiabilidade sofrem quando se retira a produção deste tipo de fontes de energia eléctrica. A produção hídrica é uma parte fundamental de abastecimento do consumo e a produção eólica assume em 2010 um valor que, na sua ausência, agrava consideravelmente a fiabilidade e a capacidade de resposta do sistema produtor.

5.4 - Análise referente a 2011

Dada a forte componente hídrica e eólica que se tem verificado ao nível da produção, as centrais térmicas estão a sofrer desclassificações, isto é, existem centrais que foram desactivadas em 2011 e perspectivam-se novas desclassificações em 2012. A desclassificação das centrais térmicas tem ainda que ver com o tempo de vida destas e os custos associados à sua exploração e manutenção.

Contudo, é preciso perceber a influência que uma diminuição da capacidade térmica pode ter nos índices de fiabilidade.

Neste ponto serão efectuadas apenas duas simulações considerando 4 períodos diários, utilizando as pontas de carga. Numa das simulações não foi considerada a manutenção programada e na outra foi considerada.

5.4.1 - Consumo, produções e manutenção

Em 2011 os grupos térmicos da Central do Carregado foram desclassificadas, apresentando o sistema térmico uma capacidade mais reduzida que nos anos anteriores com uma constituição que pode ser verificada na Tabela 5.3.

Para o ano de 2011 será considerada a manutenção da Central de Sines à semelhança dos anos anteriores e considerada a entrada em manutenção dos grupos da Central de Lares, que será programada para os meses de Março e de Abril. Tomou-se esta opção visto os casos anteriores não contemplarem este tipo de programação considerando-se, por isso, um novo caso de estudo no âmbito desta dissertação.

Assim, a configuração do sistema térmico para o ano de 2011 deve ser inserida de acordo com a Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Configuração do sistema térmico a inserir na aplicação para o ano de 2011

Configuração do sistema térmico a inserir na aplicação 2011

Id. Central	Pot. Liq. Unitária (MW)	Nº Grupos	F.O.R. (grupos)	Mês inicial	Dia inicial	Duração (semanas)
LARES Grupo 1	420	1	0.011	7	15	2
LARES Grupo 2	420	1	0.011	8	10	2
CRJ	392	3	0.011			
Turbo Gás	330	3	0.048			
Pego	292	2	0.034			
Setúbal	237	4	0.085			
Barreiro	56	1	0.115			
Tunes 34	83	2	0.043			
Sines Grupo 1	298	1	0.087	1	4	2
Sines Grupo 2	298	1	0.087	8	27	1
Sines Grupo 3	298	1	0.087	7	2	8
Sines Grupo 4	298	1	0.087	10	2	8

No que respeita à manutenção a Figura 5.22 ilustra a sua distribuição tal como foi considerada no ano de 2011.

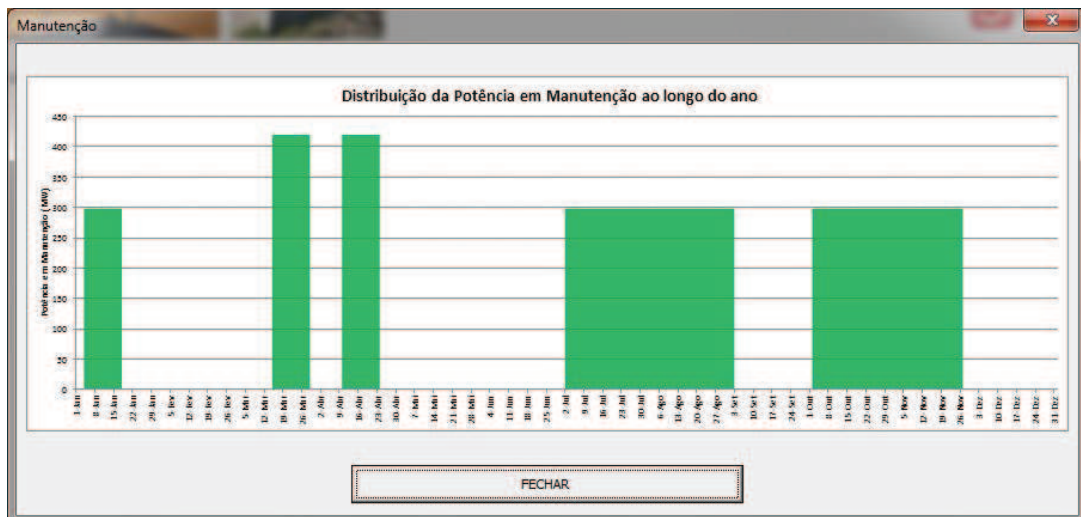


Figura 5.22 - Distribuição da potência em manutenção para 2011

Na configuração dos consumos e produções para este ano assumiu-se o seguinte cenário:

- consumos relativos ao ano de 2010;
- produção hídrica e Produção eólica - média das produções verificadas em 2009 e 2010.

Finalmente a Tabela das Probabilidades de Capacidades em Serviço apresenta para este ano de 2011 um capacidade total menor e um número de combinações menor dado o menor número de grupos envolvidos. Para os anos de 2009 e 2010 a Tabela apresentava 5179 combinações possíveis enquanto a de 2011 apresenta 4117.

5.4.1.1 - Simulação 1: Pontas da carga, 4 períodos e sem manutenção

A Figura 5.23 apresenta os resultados gerados pela aplicação *Impactus* para as condições de execução especificadas sem considerar a manutenção.

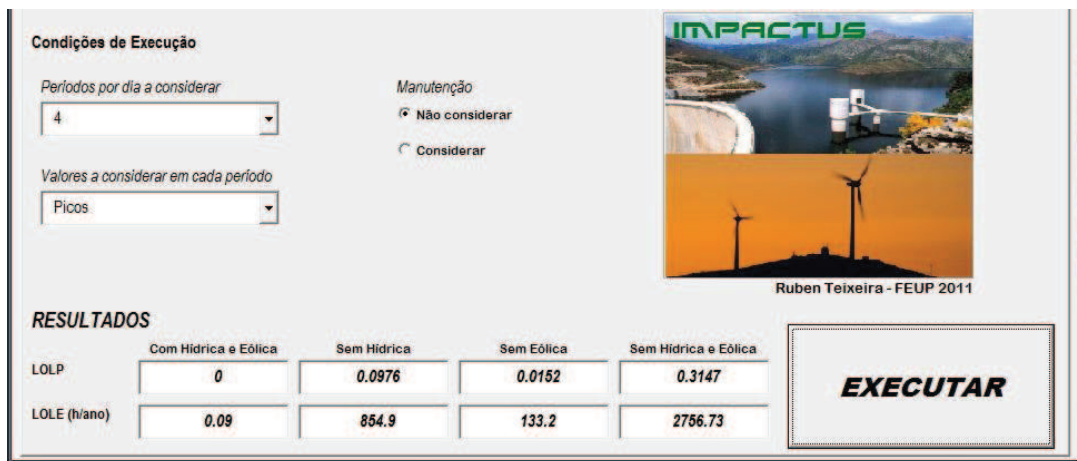


Figura 5.23 - Resultados da simulação 1 para o ano de 2011

Deve notar-se que com a saída dos grupos da Central do Carregado existe desde logo um agravamento dos índices de fiabilidade do sistema. Contudo esse agravamento para o sistema completo não é muito elevado.

5.4.1.2 - Simulação 2: Pontas da carga, 4 períodos e com manutenção



Figura 5.24 - Resultados da simulação 2 para o ano de 2011

Considerando a manutenção prevista para este ano, o agravamento da fiabilidade é notório, principalmente porque existe manutenção programada em períodos em que a carga é mais elevada. Contudo, para o sistema completo e projectando as produções hídrica e eólica niveladas através dos anos de 2009 e 2010, os índices de fiabilidade são muito bons, pelo que se pode dizer que o sistema produtor térmico continua com sobredimensionamento face às cargas verificadas e as contribuições prevista das componentes hídrica e eólica.

Importa salientar para esta simulação que as produções estimadas do parque hídrico e eólico apresentam valores inferiores aos que se devem realmente verificar no ano de 2011 visto que a tendência para este ano indica que deverá ocorrer um aumento deste tipo de produção, sobretudo eólica, relativamente ao ano de 2010.

A Tabela 5.10 resume os resultados obtidos nas duas simulações efectuadas para o ano de 2011.

Tabela 5.10 - Resumo resultados obtidos nas simulações para 2011

RESULTADOS	LOLP	
	simulação 1	simulação 2
Combinacões		
Com hídrica e eólica	0	0.0001
Sem hídrica	0.0976	0.1098
Sem eólica	0.0152	0.0212
Sem hídrica e eólica	0.3147	0.3648
	LOLE (h/ano)	
Com hídrica e eólica	0.09	0.49
Sem hídrica	854.9	962.06
Sem eólica	133.2	185.62
Sem hídrica e eólica	2756.73	3195.62
Manutenção	não	sim

Nesta Tabela:

- simulação 1: Pontas da carga, 4 períodos e sem manutenção;
- simulação 2: Pontas da carga, 4 períodos e com manutenção.

Através dos resultados obtidos verifica-se que, apesar da saída de serviço dos grupos da Central do Carregado o sistema mantém-se muito fiável.

5.5 - Análise global 2009-2011

5.5.1 - Considerações gerais

Neste ponto da dissertação é apresentada uma evolução dos índices desde 2009 até 2011. Para esse efeito são apresentados os valores referentes às simulações efectuadas para as condições de 4 períodos diários e considerando as pontas da carga. São apresentados os resultados com e sem a consideração da manutenção para os valores de fiabilidade referentes ao sistema completo, isto é não ignorando a produção hídrica e/ou eólica.

São apresentados os valores referentes aos índices Lole, visto tratarem-se de valores com um facilidade de análise melhor que os índices Lopl. Contudo estes podem ser consultados nas tabelas que reúnem os resumos dos valores comparados.

5.5.2 - Análise dos índices para o sistema eléctrico

A Figura 5.25 apresenta os resultados verificados para os índices de fiabilidade obtidos para o sistema eléctrico português para os três anos em análise considerando a manutenção prevista em cada um deles ou não.

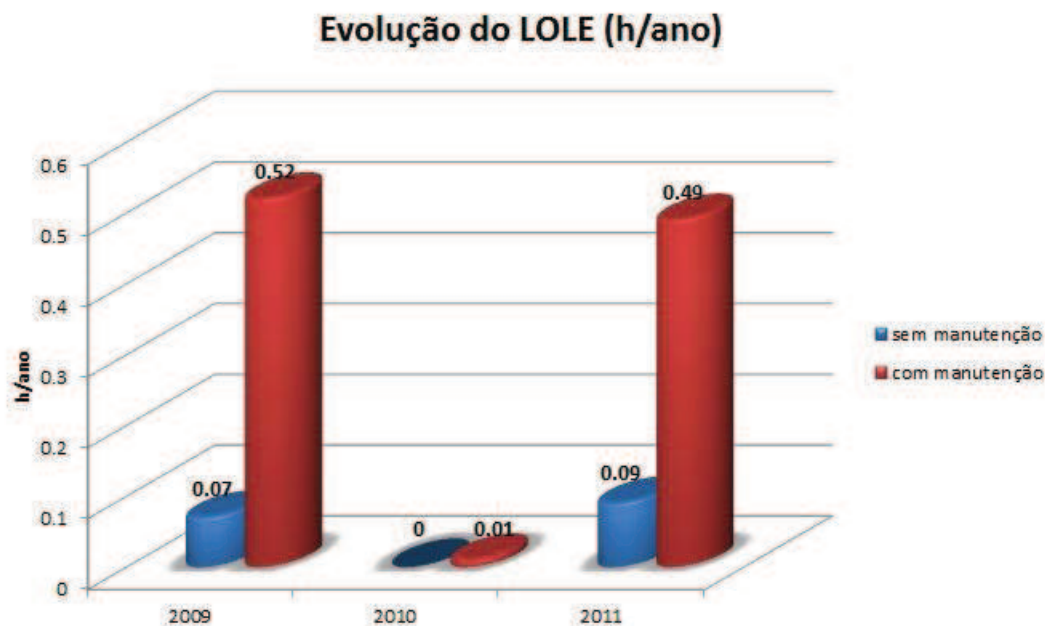


Figura 5.25 - Resultados LOLE (h/ano) para 2009, 2010 e 2011 com e sem manutenção

É possível verificar que para a constituição completa do sistema eléctrico em análise em cada um dos anos, o sistema se revela muito fiável.

Verifica-se também que o facto de considerar ou não a manutenção programada é relevante, pois influencia o resultado da simulação significativamente, revelando índices de fiabilidade piores quando se considera a manutenção, como seria de esperar.

De 2009 para 2010 pode-se observar uma melhoria dos índices de fiabilidade. Contribuíram para esta melhoria a maior produção hídrica e eólica verifica neste ano.

Para o ano de 2011, com o cenário que foi considerado de consumos e produções, a manutenção programada e sobretudo com a desclassificação de todos os grupos da Central do Carregado, os índices voltam a ter valores próximos dos que se verificam em 2009, mantendo, em todo o caso, índices de fiabilidade bons.

A Figura 5.26 reúne os resultados referentes aos anos analisados nas condições mais frequentes de cálculo dos índices de fiabilidade, caracterizando o normal funcionamento do sistema produtor eléctrico e ainda as várias combinações geradas pela aplicação de modo a poder reflectir o impacto das fontes de energia hídrica e eólica.

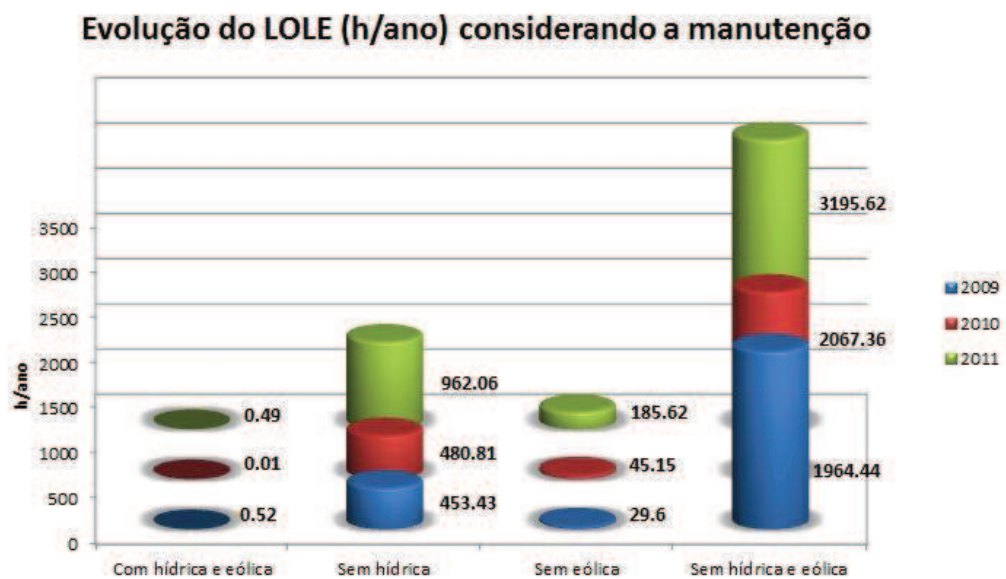


Figura 5.26 - Resultados LOLE 2009, 2010 e 2011 para as várias combinações do sistema

Verifica-se que ao longo destes últimos três anos a contribuição da produção hídrica e da produção eólica têm vindo a aumentar, pelo que se estas capacidades não fossem consideradas o valor do LOLE seria muito agravado. No que respeita à produção eólica de 2009 para 2010 o número de horas que o sistema não seria capaz de satisfazer a carga na ausência deste tipo de produção passaria para cerca do dobro, piorando drasticamente em 2011 nas condições analisadas.

É possível constatar o elevado impacto da produção hídrica em Portugal que, caso não existisse, originaria uma dependência muito elevada das centrais térmicas o que significaria que o investimento neste tipo de centrais seria maior e Portugal teria que ter uma potência térmica instalada muito superior à existente para manter bons níveis de fiabilidade.

De salientar que de 2009 para 2010 se obteve uma melhoria significativa dos índices de fiabilidade que permitiu desclassificar seis grupos produtores térmicos em 2011 sem colocar em causa os bons índices de fiabilidade. Este passo foi possível devido ao aumento da

contribuição da produção hídrica mas sobretudo ao aumento da capacidade eólica instalada e consequentemente a maior produção verificada utilizando este recurso renovável.