

Modernização das Centrais Hidroeléctricas

António do Carmo Pereira Pinto

Eng. Elect. (I.S.T.)

Electricidade de Portugal

resumo

Durante a vida de uma central hidroeléctrica, o Explorador da Central deve renovar totalmente ou parcialmente o equipamento hidromecânico e electromecânico para que a instalação funcione satisfatoriamente. A utilização racional do equipamento tem como vantagens o bom serviço prestado e as acções a empreender (substituição total ou parcial) no equipamento, no limite da sua vida; isto para evitar que ocorram acidentes. Este artigo tenta descrever uma política instrutiva para a modernização das centrais hidroeléctricas.

summary

During the normal life of a hydroelectric powerplant the user will have to renew total or part of the hydromechanical and electromechanical equipment to ensure that the plant continues to operate satisfactorily. Rational use of equipment means taking full advantage of its service life and taking action (part or total replacement) at the extreme limite of this service life; it is ideal to act before an incident occurs. This article describes the monitored policy to uprating and refurbishing hydroplants.

1 - Dificuldades de localização

Cada vez se torna mais difícil construir centrais hidroeléctricas. A maioria dos sítios possíveis já foram aproveitados e noutros lugares favoráveis, que poderiam ser utilizados, há fortes impedimentos. Os procedimentos para obtenção das licenças são longos e custosos e a sua saída incerta até ao fim. Acresce ainda a falta de tradição dos industriais Portugueses nesta área.

Do referido emerge naturalmente que a manutenção e exploração optimizada das centrais hidroeléctricas existentes será um dos factos mais importantes.

Melhoramentos sem modificações essenciais são muitas vezes possíveis, como por exemplo a automatização.

2 - Estratégia

Com a idade existe uma diminuição notável da exploração das centrais hidroeléctricas antes do seu fim de

vida. Por isso e relativamente ao futuro das centrais hidroeléctricas antigas colocam-se as seguintes estratégias:

- Parar
- Conservar
- Modernizar
- Renovar

As duas primeiras não são tomadas em consideração neste tema.

Iremos tratar aqui da modernização e seguidamente tentar-se-á caracterizar e definir o tipo de renovação.

3 - O que é modernizar

Modernizar significa transformar radicalmente os equipamentos de uma central tendo em conta as instalações existentes. Contrariamente à conservação, que tem por objectivo a prevenção de uma deterioração, a modernização tem como objectivo prolongar a duração

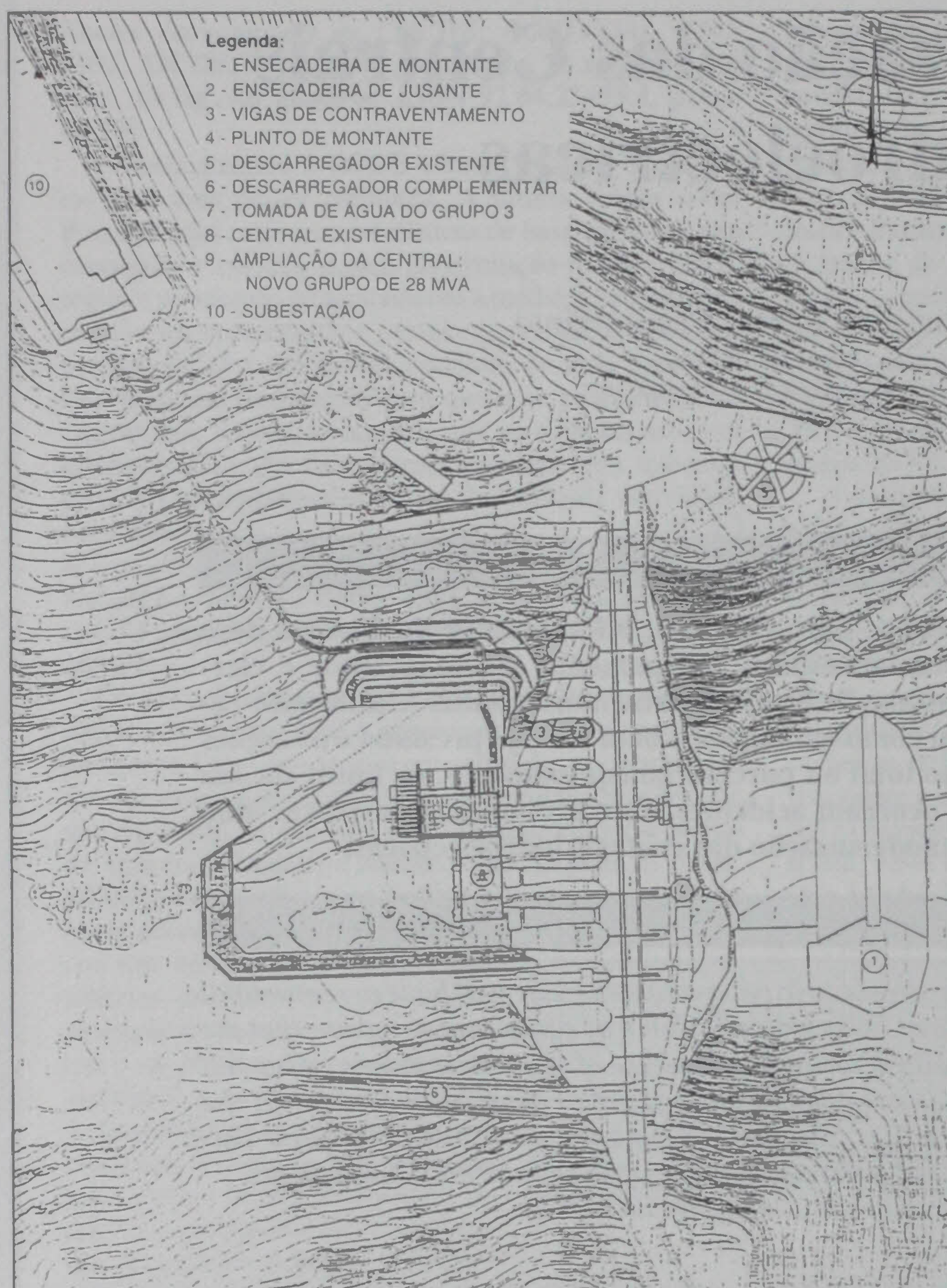


Fig. 1 - Barragem de Pragana

de vida de uma central, melhorar o seu rendimento e possibilitar um aumento de potência ou de produção de energia assim como uma diminuição das paragens e dos custos de exploração e conservação. Este objectivo é conseguido graças à substituição mais ou menos completa de partes das instalações antigas por outras novas com melhores qualidades de concepção e funcionamento, isto no que respeita aos equipamentos electromecânicos. Quanto à construção civil, é melhorada e adaptada ao estado actual. A utilização da água pode permanecer sem modificações.

Graças à modernização, a potência de uma central pode ser aumentada em mais de 50%. A título de exemplo, a central hidroeléctrica de Pracana no rio Ocreza, afluente do rio Tejo, com cerca de 40 anos está a ser renovada e modernizada. Além da modernização das suas duas Máquinas de Potência unitária igual a 8

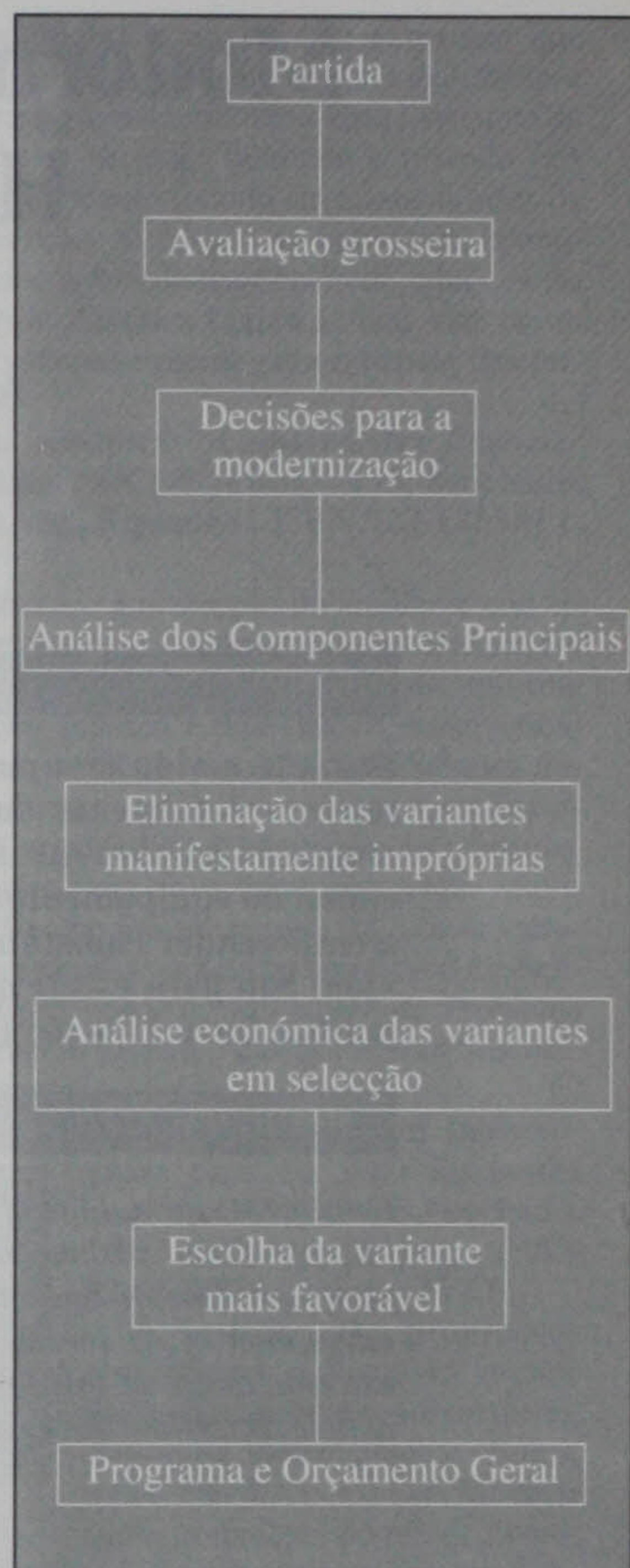


Fig. 2 - Esquema geral do estudo de modernização

MVA, é construído um edifício conjunto onde se está a instalar um novo grupo de potência igual a 28 MVA. Após esta renovação e modernização a energia produzida é aumentada em cerca de 60% (Fig. 1).

Uma modernização deve atender ao período de concessão da utilização da água e ainda aos problemas jurídicos e ecológicos postos pela administração local.

4 - Bases, conteúdo e objectivo

A ideia base que deve presidir a uma modernização das centrais hidroeléctricas é que, antes de empreender qualquer trabalho, a entidade encarregada pela exploração deve exprimir as suas opiniões sobre modificações a realizar. Devem também ser tomadas em consideração experiências já realizadas em empreendimentos semelhantes.

5 - O método

A modernização de uma instalação existente é uma tarefa difícil e complexa. Merece pois uma atenção mais aprofundada que a planificação de um novo projecto.

Toda a modificação levada a efeito sobre um elemento da instalação influencia numerosos outros equipamentos, sendo as interacções neste caso múltiplas, recíprocas e difíceis de controlar. Um método de agir que

seja sistemático é o mais importante. Este método baseia-se em considerações fundamentais e nas simplificações seguintes:

5.1 - Uma **preciação sumária** pode ser feita de início afim de se poder constatar rapidamente se deve ser feita ou não uma modernização. Assim, é possível evitar um resultado negativo após difíceis estudos. Esta apreciação também pode servir para estabelecer uma lista de urgências para várias instalações existentes.

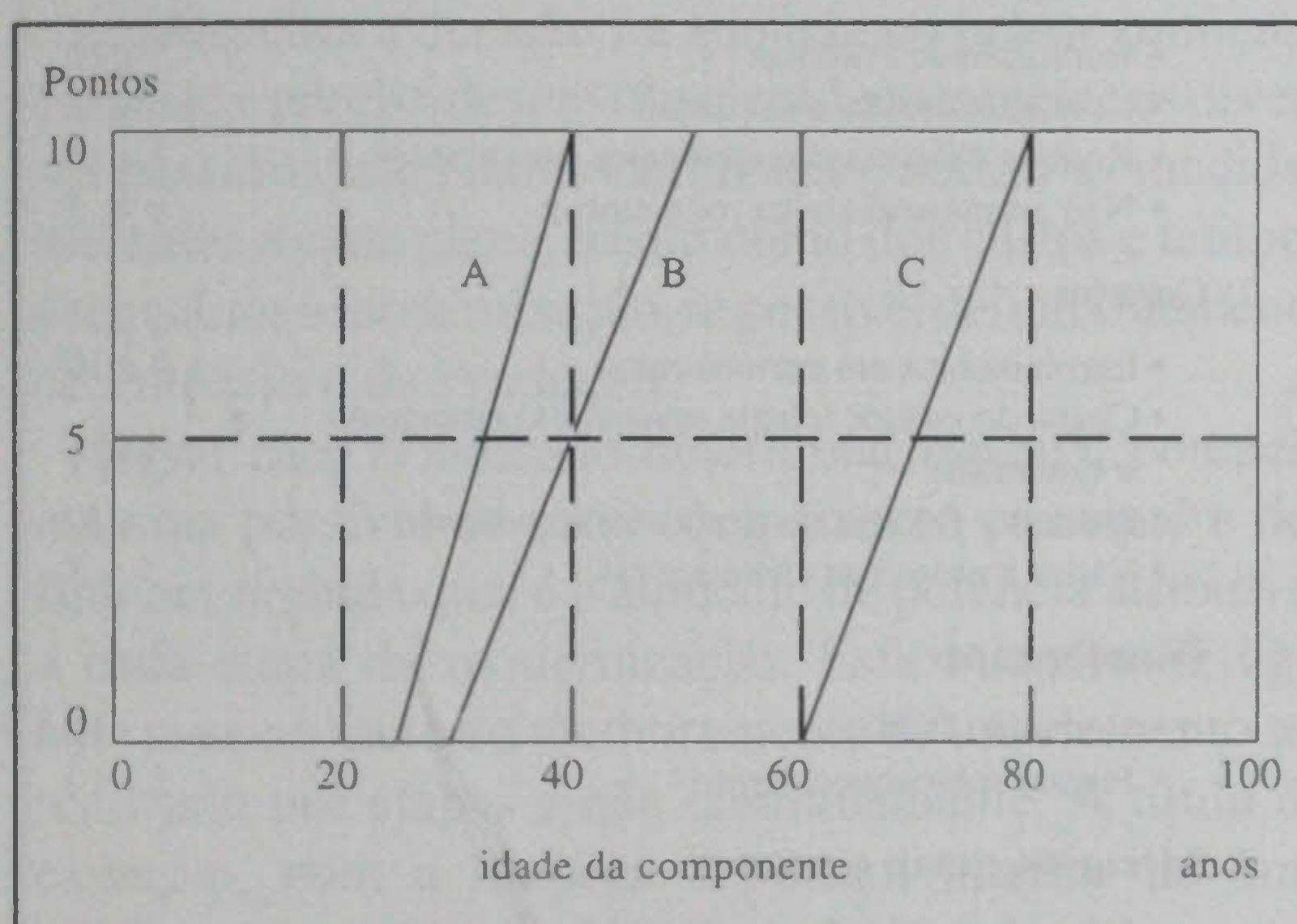


Fig. 3 - Avaliação sumária segundo a idade dos equipamentos
"Duração de vida normal" serve de base.

Linha A - geradores, transformadores, outras instalações eléctricas.

Linha B - turbinas órgãos de protecção, válvulas, condutas forçadas e pavimentos das Máquinas.

Linha C - Barragens, canais, galerias outras construções.

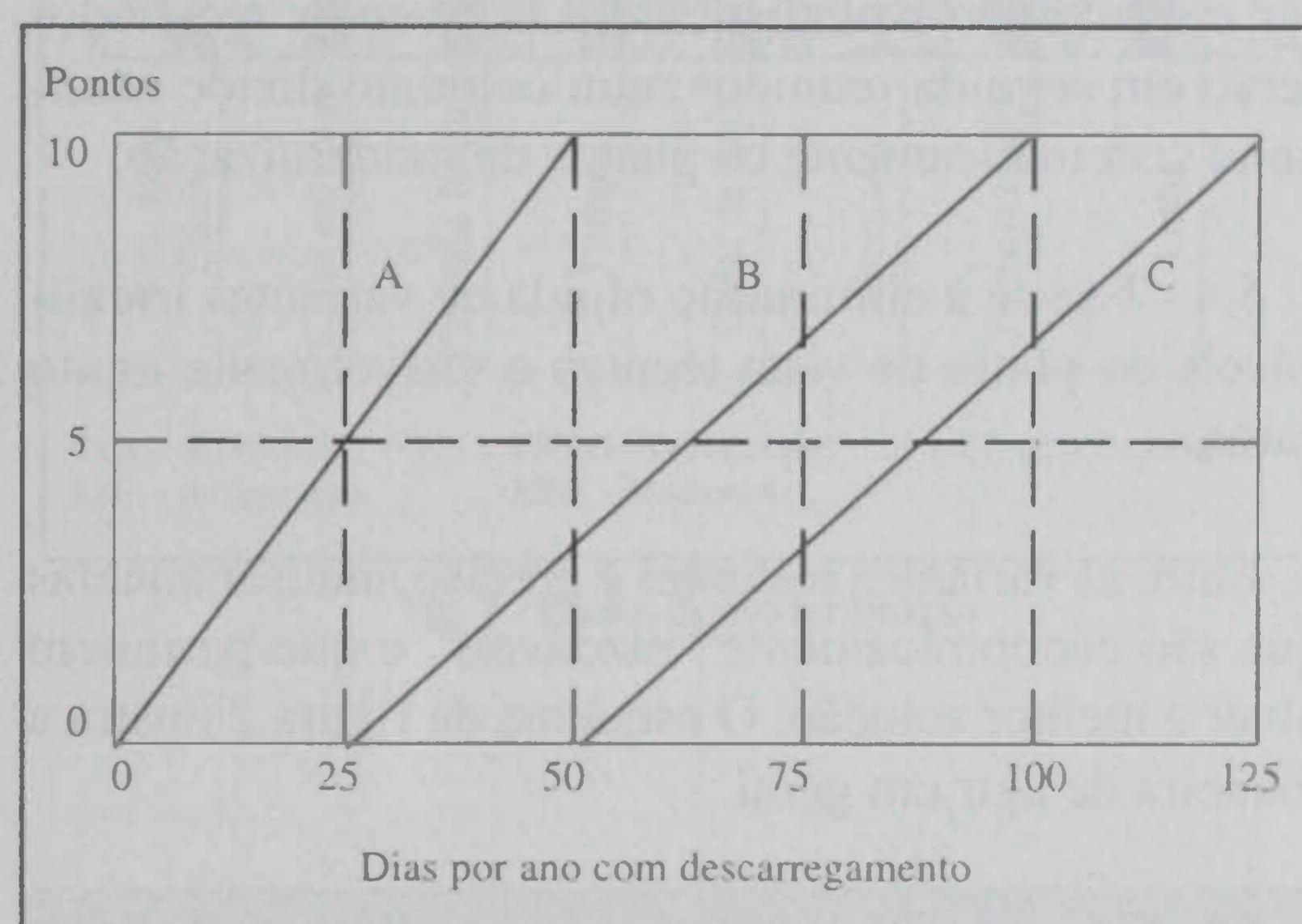


Fig. 5 - Avaliação sumária do número de dias por ano com descarregamentos.

Linha A - instalação com acumulação mensal ou anual.

Linha B - instalação com acumulação quotidiana.

Linha C - central de fio de água sem possibilidade de acumulação.

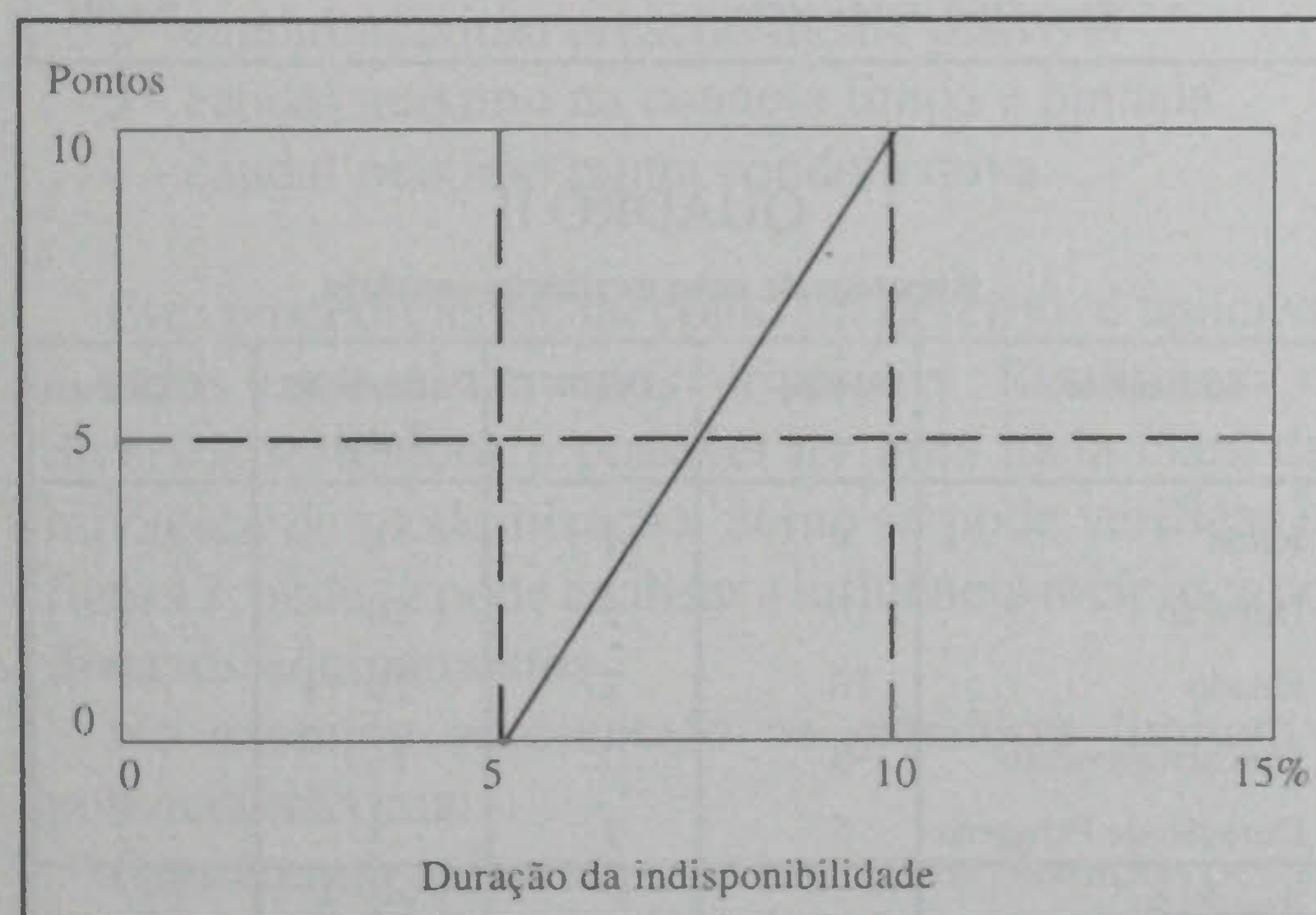


Fig. 4 - Avaliação sumária em função do tempo de interrupção em percentagem da duração total.

Nota: Uma paragem ligada a uma falta de água não pode ser qualificada de tempo de interrupção. É recomendado indicar o valor médio dos últimos 3 anos afim de igualizar as probabilidades.

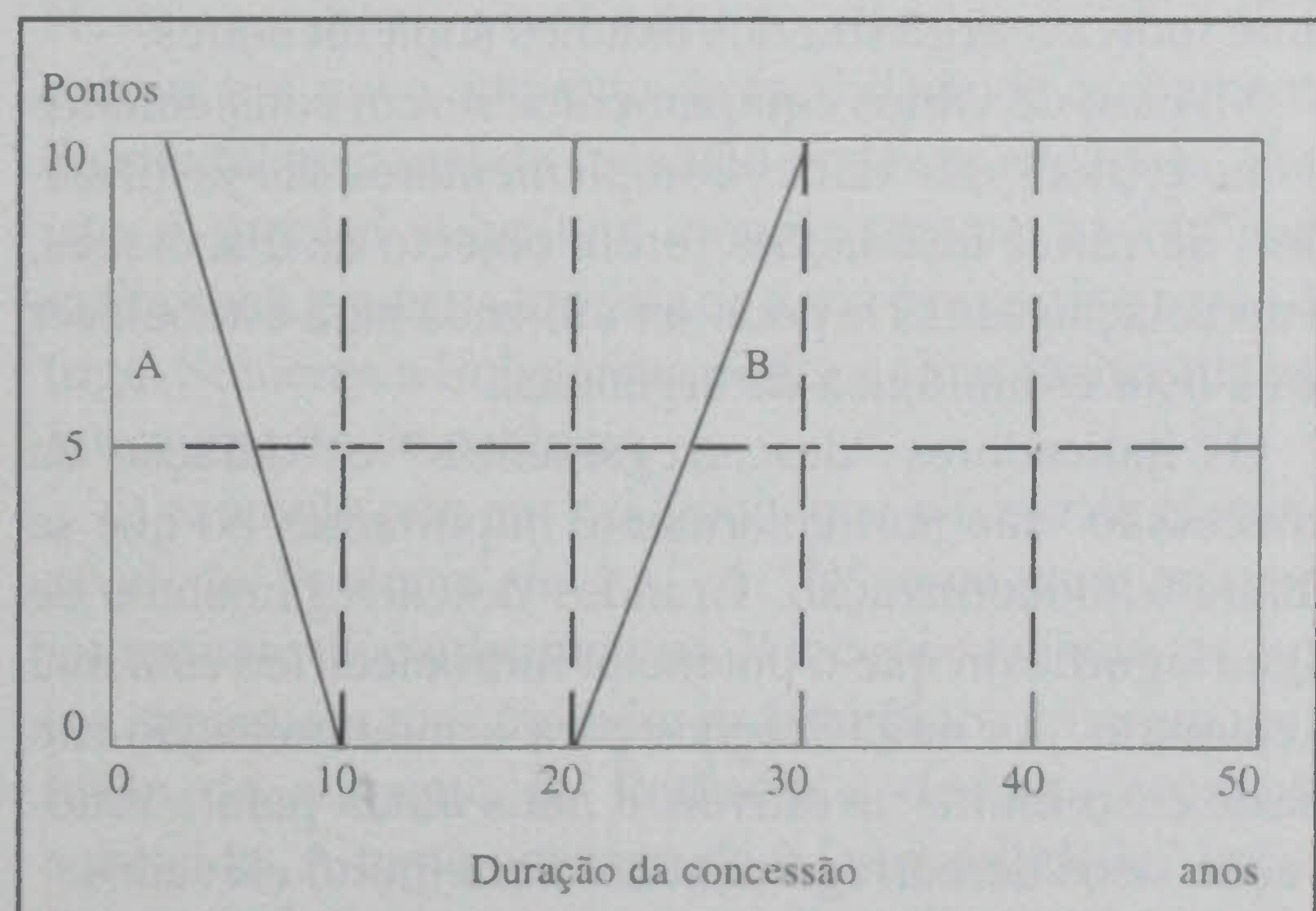


Fig. 6 - Avaliação sumária em função do prazo de concessão.

Linha A - se o prazo de concessão está próximo, é razoável realizar um estudo da modernização com vista a uma nova concessão.

Linha B - se o prazo da concessão ainda é longo, existem boas hipóteses para os investimentos.

5.2 - Os planos de modernização muitas vezes referem-se aos principais equipamentos (Turbina, Gerador, Transformador Principal), isto é, aos equipamentos que determinam a Potência da Central. As instalações anexas e auxiliares assim como a construção civil são excluídas de momento. Supõe-se que estas poderão ser modernizadas e os custos da sua modernização em nada modificam o resultado da análise dos principais equipamentos.

5.3 - Uma simplificação é obtida graças ao facto de na análise dos principais equipamentos cada um destes ser considerado isoladamente. Os diversos resultados serão em seguida reunidos num conjunto donde resultarão sistematicamente os planos de modernização.

5.4 - Faz-se a eliminação rápida de variantes irrealizáveis do ponto de vista técnico e visivelmente muito caras.

Entre as variantes restantes é preciso analisar aquelas que são economicamente “razoáveis” e que permitem obter a melhor solução. O esquema da figura 2 ilustra a maneira de agir em geral.

6 - Apreciação sumária

A apreciação sumária deve dar uma rápida noção do estado geral da instalação e das possibilidades de a modernizar. Esta apreciação baseia-se num sistema de notação de “indicadores” escolhidos. A notação é feita com a ajuda de gráficos, apresentados nas figuras 3 a 6 e no Quadro I. Assim, como mostra o Quadro II, as notações dos diversos equipamentos são adicionados e o seu valor total indica a urgência dos exames suplementares.

No caso de vários equipamentos serem considerados como críticos os exames complementares são justificados. Se várias instalações forem objecto de discussões, a apreciação sumária pode ser utilizada para estabelecer uma lista cronológica de urgências.

Os indicadores “descarregamentos” e “duração da concessão” são particularmente importantes no que se refere à modernização. Grandes descarregamentos de água significam que o potencial hidroeléctrico está mal explorado. As modificações para a modernização são neste caso muito favoráveis e mais ainda para a renovação se os descarregamentos forem muito elevados.

Se a concessão ainda for por um prazo de muitos anos, a central poderá então tirar muito proveito do investimento.

As decisões definitivas não devem em nenhum caso ser tomadas a seguir à apreciação sumária. Esta não deve ser senão considerada como a primeira etapa. O resul-

QUADRO I

Avaliação sumária em função do estado dos equipamentos

Directivas gerais	
O equipamento está em bom estado e funciona a pleno rendimento. Nenhum problema de funcionamento é visível e não se prevê qualquer reparação nos próximos 10 anos	0 pontos
Embora o equipamento esteja em bom estado, ele será objecto de reparações importantes nos próximos 5 a 10 anos	5 pontos
Existem vários perigos de acidentes e de trabalhos de reparação importantes que serão inevitáveis nos próximos 2 anos	10 pontos
Exemplos de Notação	Pontos
1) Turbina	
• Limitação de Potência	5 a 10
• Corrosão, erosão e cavitação	5 a 8
• Roturas e fissuras de elementos importantes	5 a 10
• Não estanqueidade na roda motriz	0 a 5
2) Gerador	
• Enrolamentos em curto-circuito	7 a 10
• Chapa do estator (chapa magnética) empenado e queimado	5 a 8
• Roturas e fissuras de elementos importantes	5 a 10
• Várias avarias nas chameceiras	5 a 8
3) Transformador	
• Contendo PCB	10
• Fugas, sobreaquecimento	5 a 10
3) Barragens, canais e galerias	
• Não estanqueidade importante ou crescente	6 a 10
• Estabilidade ameaçada, deslizamentos	7 a 10
• Consequências sérias	8 a 10
4) Conduta forçada	
• Soldada antes de 1940	10
• Corrosão regular	0 a 5
• Corrosão pontual	3 a 8
5) Válvulas	
• Corrosão pontual	0 a 5
• Não estanqueidade	0 a 8
• Capacidade insuficiente	5 a 10

QUADRO II

Resumos de uma avaliação sumária

Indicador	Pontos	Peso	Pontuação Total	Crítico
Idade	8	1	8	
Duração	10	2	20	*
Estado	10	2	20	*
Descarregamento	8	2	16	
Duração de Paragens	5	1	5	
Resultado			69	2
Apreciação				
Pontuação Total:	Crítico:	Estado da Modernização		
0 a 40	0	Não é indicado para já		
40 a 60 ou	1	Recomendado		
60 a 80 ou	2	Indispensável		

tado deve ser examinado com um aspecto crítico e confrontada com outras conclusões e considerações da entidade exploradora.

A apreciação sumária não substitui os estudos da modernização que sejam mais detalhados. Se por uma razão ou por outra a entidade da exploração está absolutamente decidida a modernizar a sua instalação é possível renunciar à apreciação sumária.

7 - Planos de modernização

Se de seguida à apreciação sumária ou de outras considerações a decisão for tomada no prosseguimento à análise é preciso desenvolver cuidadosamente as diversas possibilidades da modernização, definir as medidas inerentes a cada plano, assim como dos custos e tempos necessários à modernização, se possível definir o aumento de Potência e de Produção.

Neste caso é indicado determinar a actual potência máxima possível de cada equipamento principal e definir em seguida qual é o aumento de potência atribuível a cada etapa da modernização. Esta maneira de agir baseia-se no facto do melhoramento de um elemento ser realizado por etapas e não continuamente. A título de exemplo, com a limpeza e pintura interior de uma conduta forçada o caudal admissível pode ser aumentado. Esta medida implica custos e por consequência um novo caudal é devido à redução do coeficiente de perdas. Outra maneira de aumentar o caudal obtém-se pela substituição da conduta forçada existente por outra de maior diâmetro. Da conduta forçada obtém-se os quatro valores seguintes:

- 1 - caudal máximo efectivamente explorado
- 2 - caudal máximo presentemente possível
- 3 - caudal máximo na conduta limpa e pintada
- 4 - caudal máximo numa conduta nova.

Este procedimento, tal como foi descrito, é aplicável a todos os equipamentos principais. Resumindo os diversos resultados é possível ter uma ideia clara das hipóteses de modernização, como se pode verificar na figura 7, onde se pode analisar a influência recíproca dos diversos equipamentos.

No exemplo apresentado os geradores limitam a potência máxima.

Outros equipamentos poderiam ser explorados perante vantagens (nível de potência "A", 100%). Porém, novo enrolamento do estator permitiria aumentar 118% a potência dos geradores, vindo a limitação das turbinas ("B" 110%), o que por sua vez pediria melhoramentos na grade da tomada de água e no canal de fuga. A etapa seguinte seria a substituição das rodas da turbina, o que

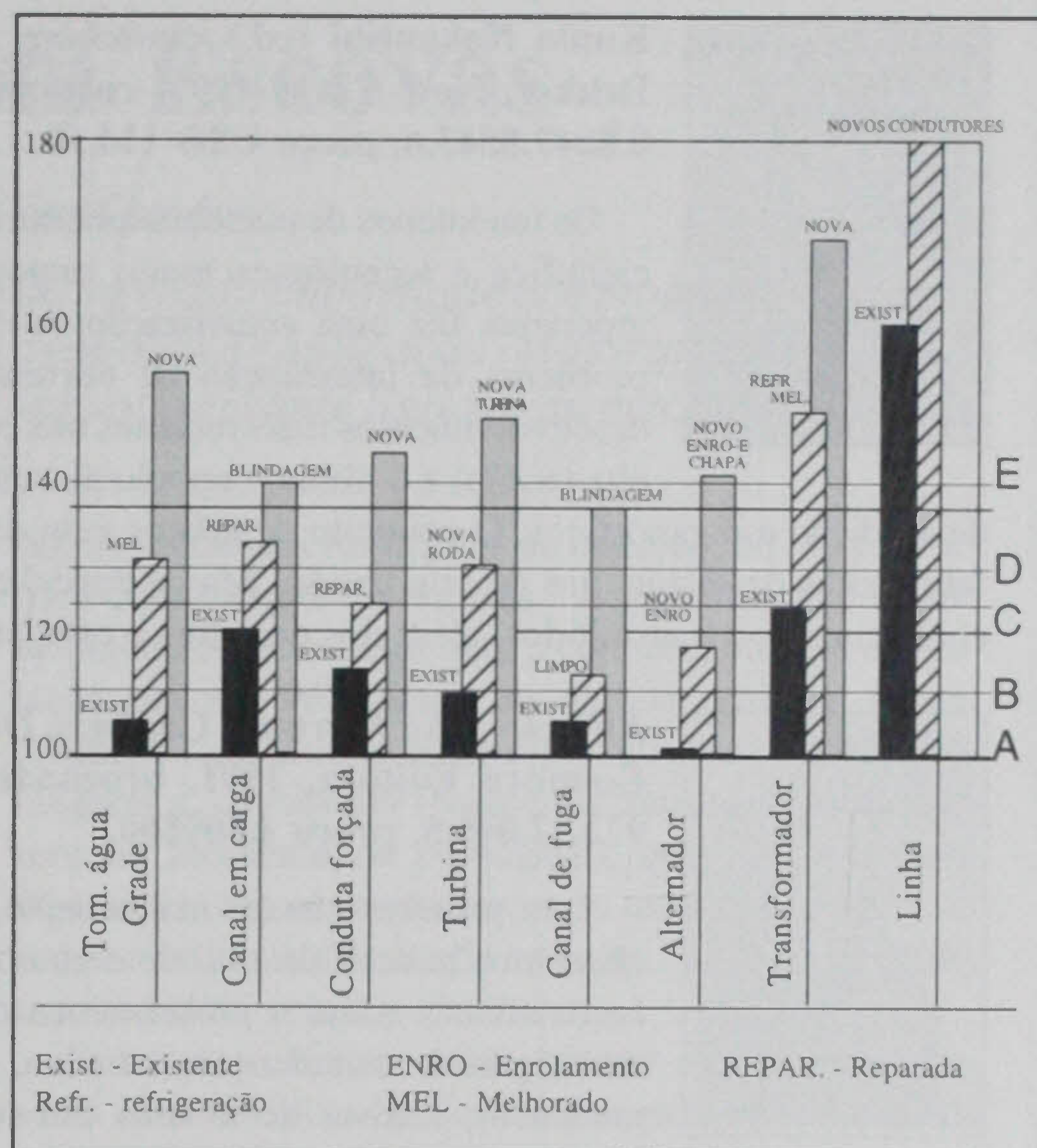


Fig. 7 - Planos de modernização

implicaria melhorar o canal em carga, a pintura da conduta forçada, abaixar e revestir o canal de fuga e dotar os geradores de novos capôs, polos e sistemas de excitação. A conduta forçada determinaria o nível de potência "C" 122%, os transformadores estariam no limite da sua capacidade. Para se poder explorar o nível de Potência "D" 128%, obtido a partir de novas rodas das turbinas, é necessário instalar uma nova conduta forçada maior e melhorar o sistema de arrefecimento dos geradores. Neste exemplo o nível máximo atingido é "E" 137%, porque um novo aumento de facilidade de escoamento do caudal no canal de fuga não pode ser encarado. Para isto é preciso substituir completamente as turbinas, melhorar a grade na tomada de água e revestir o canal de fuga. Somente a linha aérea poderia ficar inalterada por este aumento de potência.

O exemplo põe em evidência que o facto de elevar o nível de Potência de "A" a "D" toca num número importante de equipamentos. Por consequência, os custos aumentam mas também os benefícios crescem, pela razão do aumento de Potência e de uma produção acrescida. A parte consagrada à "rentabilidade" indica isto, pois é preciso ter em conta a análise definitiva. Na modernização de um central é necessário ter em conta que aumentos de Potência e de rendimentos podem geralmente ser obtidos com poucos investimentos em comparação com uma total substituição dos equipamentos principais.