

Caso “RECICLIXO”¹

Manutenção Preventiva Sistemática ou Condicionada?

Apresentação do caso

A RECICLIXO é uma empresa que se dedica à separação e tratamento de lixo urbano, usando, para este propósito, várias centrais espalhadas pelo país. Os produtos resultantes do processo são o papel, cartão, plásticos, vidro, materiais metálicos e composto orgânico. Aqueles produtos são vendidos como materiais reciclados a diversas indústrias e, o último, como fertilizante para a agricultura.

Cada central – que labora 24 horas por dia – dispõe de vários tapetes transportadores integrados em série no processo, os quais asseguram o transporte dos materiais entre as várias estações de selecção. O tapete de cada transportador é movido por um grupo moto-redutor eléctrico, o qual, por sua vez, integra diversos rolamentos. As poeiras que se desprendem do lixo, os gases orgânicos em emanação permanente e as escorrências tornam o ambiente agressivo. Embora blindados, os rolamentos dos rolos dos tapetes gripam aleatoriamente e bloqueiam, ocasionando o deslizamento das telas sobre estes aumentando o atrito e, conseqüentemente, o esforço pedido aos motores. Nestas condições de funcionamento, os moto-redutores são intervencionados preventiva e sistematicamente com alguma frequência (durante os fins de semana) o que, não obstante, não evita a ocorrência de avarias e consequentes paragens extemporâneas de toda, ou parte, da central, constituindo a principal causa de falha. Com efeito, as condições ambientais e de carga são de tal forma variáveis, que a vida útil dos componentes críticos sujeitos a desgaste/fadiga é também muito variável, lançando muitas vezes a dúvida sobre a oportunidade de substituição de alguns componentes e, conseqüentemente, sobre a periodicidade de intervenção.

O Eng.º Branco é o responsável da central da zona de Lisboa. Preocupado com as conseqüências das paragens não planeadas, ocorreu-lhe que a manutenção condicionada dos moto-redutores poderia constituir uma melhor alternativa ao actual estado de coisas. Para tomar uma decisão, o Eng.º Branco precisa de equacionar as conseqüências das várias alternativas possíveis de actuação. Vamos ajudar?

Tapetes transportadores

Manutenção condicionada?

¹ Caso alterado constante no livro “Manutenção Centrada na Fiabilidade – Economia das Decisões”, Rui Assis, LIDEL, 1997, esgotado.

Recolha de dados

O Eng.º Branco tem razão ao pretender equacionar a possibilidade de adoptar uma política de manutenção preventiva condicionada ao estado real do equipamento, pois esta constitui uma prática que, nos últimos anos, se vem revelando mais económica do que a manutenção preventiva sistemática, devido à miniaturização electrónica e à precisão conseguida pelos aparelhos usados na medição de características sujeitas a degradação. No caso particular dos moto-redutores, podemos combinar três rotinas:

1. Auscultação de vibrações;
2. Tomada de temperaturas em pontos nevrálgicos;
3. Análise dos óleos (ferrografias) das caixas redutoras.

No primeiro e segundo casos, com o objectivo de substituir os rolamentos antes que gripem. No terceiro caso, com o objectivo de substituir o óleo antes de ficar demasiadamente contaminado com partículas de ferro em suspensão (resultante do desgaste das peças em movimento relativo).

Adoptando uma política de manutenção preventiva condicionada, a RECICLIXO poderá realizar as seguintes economias em maior ou menor grau:

- Eliminação das intervenções correctivas não planeadas e consequentes custos de oportunidade;
- Redução da frequência das intervenções preventivas;
- Redução do consumo de peças de substituição.

Vantagens da manutenção preventiva condicionada

Podemos, então, prever três alternativas futuras de actuação. De entre estas interessa-nos identificar a mais económica. São elas as seguintes:

- **Alternativa I** – A RECICLIXO mantém a política actual;
- **Alternativa II** – A RECICLIXO contrata os serviços de uma empresa especializada que elabora um estudo de diagnóstico e de recomendações (tipos de equipamento, metodologias de actuação e programa de formação). A RECICLIXO adopta essas recomendações e realiza ela própria a manutenção condicionada;
- **Alternativa III** – A RECICLIXO desinveste nos meios próprios alocados à função de manutenção e contrata uma empresa especializada que se responsabiliza pelos resultados.

Políticas alternativas

Consultámos algumas empresas prestadoras de serviços de manutenção. De acordo com o estudo preliminar que realizaram, as intervenções de manutenção correctiva deixarão de ser necessárias e a periodicidade de intervenções de manutenção preventiva reduzir-se-á em cerca de 50%. Nestas circunstâncias, os custos pertinentes de cada uma das alternativas (aqueles que dependem das circunstâncias particulares de cada uma) serão conforme se descrevem a seguir.

Estudo preliminar

Alternativa 1 (u.m. = unidades monetárias)

1.1 - Investimento 0 u.m.

1.2 - Custos de manutenção (intervenção preventivas e correctivas)

Mão-de-obra

Mudanças de óleo (2,5 mudanças/redutor.ano x 1 hora/
/mudança x 3 u.m./hora x 20 redutores):
150 u.m./ano

Substituição de rolamentos (6 rolamentos/redutor.ano x 20 re-
dutores x 1 horas/rolamento x 3 u.m./hora):
360 u.m./ano

Materiais

Rolamentos (6 rolamentos/redutor.ano x 20 redutores x 10
u.m./rolamento):
1.200 u.m./ano

Óleo (10 litros/mudança x 20 redutores x 2,5 mudanças/redutor.ano x 1
u.m./litro):
500 u.m./ano

Total 2.210 u.m./ano

1.3 - Custos de oportunidade

O tempo de produção perdido com a manutenção correctiva não será jamais recuperado. Do cadastro da instalação podemos ver que, em média, a instalação perde 12 horas/ano de produção devido a avarias directa ou indirectamente atribuíveis aos moto-redutores. O Eng.º Branco estima o custo de oportunidade de uma hora perdida da instalação (valor médio de venda do *mix* de produtos produzidos em uma hora menos o custo variável médio de transformação deste *mix*) em 450 u.m./hora.

5.400 u.m./ano

Total **7.610** u.m./ano

Alternativa 2

2.1 - Investimento

Estudo da empresa especializada:	5.000 u.m.
Monitores de vibração e de temperatura:	4.000 u.m.
Formação de dois técnicos:	600 u.m.

Total	9.600 u.m.
--------------	-------------------

2.2 - Custos de manutenção

Ferrogafias (2 análises/redutor.ano x 20 redutores x 25 u.m./análise):

1.000 u.m./ano

Consumíveis (tinta e papel de registo): 300 u.m./ano

Mão-de-obra

Inspecções (1 inspecção/mês.redutor x 20 redutores x 12 meses/ano x 0,25 horas/inspecção x 4 u.m./hora):

240 u.m./ano

Formação contínua 210 u.m./ano

Intervenções

Mudanças de óleo (2 mudanças/redutor.ano x 1 hora/ mudança x 3 u.m./hora x 20 redutores):

120 u.m./ano

Substituição de rolamentos (4 rolamentos/redutor.ano x 20 redutores x 2 horas/rolamento x 3 u.m./hora):

480 u.m./ano

Materiais

Rolamentos (4 rolamentos/redutor.ano x 20 redutores x 10 u.m./rolamento):

800 u.m./ano

Óleo (10 litros/mudança x 20 redutores x 2 mudanças/ redutor.ano x 1 u.m./litro):

Total	3.550 u.m./ano
--------------	-----------------------

Notar que, os preços (*standard*) dos “centros de custo” da Manutenção – 4 u.m./hora de “Inspecções” e 3 u.m./hora de “Intervenções” – mantêm-se constantes para qualquer das alternativas e iguais à situação actual, isto é, antes de ser tomada qualquer decisão. Após o investimento, é possível que o valor da amortização resultante aconselhe o ajustamento daqueles *standards*. Contudo, em análise económica raciocinamos sempre em termos marginais (ou incrementais), razão pela qual, devemos manter os custos dos centros de custo iguais aos originais.



Alternativa 3

3.1 - Investimento	0 u.m.
3.2 - Custos de manutenção	
Contrato	6.800 u.m./ano
Materiais (igual à alternativa 2)	1.200 u.m./ano
Mão de obra (dispensa de 1 técnico)	-2.100 u.m./ano
Total	5.900 u.m./ano

Notar que, enquanto nas alternativas 1 e 2 admitimos que o quadro de pessoal se manterá constante (não sendo, portanto, necessário considerar o seu custo global), o mesmo não acontece na alternativa 3, a qual permite dispensar 1 técnico. Notar também que, na perspectiva da análise económica, “dispensar” pode significar “transferência” para outro serviço (evitando a contratação de alguém do exterior e gerando, consequentemente, uma economia de 2.400 u.m./ano) e não, necessariamente o “despedimento”.



De acordo com a opinião das empresas consultadas, o equipamento de monitorização estará tecnologicamente desactualizado dentro de 4 anos, pelo que terá de ser substituído nessa altura.

Vida útil do equipamento

Junto do Eng.º Branco obtivemos a informação de que a taxa de referência real usada neste tipo de investimentos na RECICLIXO é de 10% ao ano.

Taxa de referência

Resolução do caso

Calculemos os custos anuais de cada uma das alternativas.

Custo anual da Alternativa 1 (CA₁)

Alternativa 1

$$CA_1 = 7.610 \text{ u.m./ano}$$

Custo anual da Alternativa 2 (CA₂)

Alternativa 2

Considerando 4 anos de vida útil e 10% de taxa de referência, teremos:

$$CA_2 = 9.600 \times (0,3155) + 3.550 \cong 6.580 \text{ u.m./ano}$$

Custo anual da Alternativa 3 (CA₃)

Alternativa 3

$$CA_3 = 5.900 \text{ u.m./ano}$$

À primeira vista, seríamos levados a concluir que a Alternativa 3 é a mais económica. Porém, é preciso notar que na Alternativa 2, enquanto o equipamento de monitorização possui uma vida útil de 4 anos e terá de ser substituído no fim deste período, o mesmo não se aplica aos 5.000 u.m. do estudo. Com efeito, o investimento no estudo vai proporcionar novas competências à RECICLIXO, as quais se manterão indefinidamente, contra um pequeno custo com a formação contínua dos técnicos. Assim, se considerarmos o investimento de 4.000 u.m. no equipamento mais 600 u.m. na actualização dos conhecimentos dos técnicos, renovando-se todos os 4 anos e o investimento de 5.000 u.m. no estudo, como durando indefinidamente (ver Figura IV.9), obteremos:

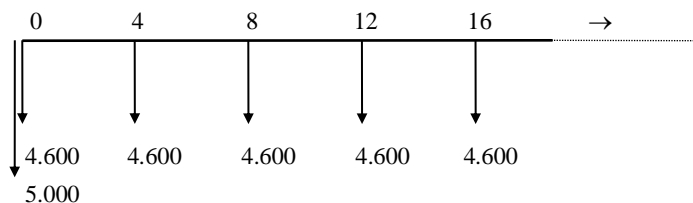


Figura IV.9 - Cash-flow de investimentos da Alternativa 2

$$CA_2 = (4.000 + 600) \times (0,3155) + 5.000 \times (0,1000) + 3.550 = \cong 5.500 \text{ u.m./ano}$$

Notemos que, matematicamente, o valor presente de 5.000 u.m. se transforma numa renda perpétua de 500 u.m.. Este valor corresponde ao juro simples daquele capital.



Desta vez, a Alternativa 2 apresenta-se como sendo a mais económica (embora por uma pequena diferença). A Alternativa 1 deve ser definitivamente abandonada.



Exercício em computador IV.4

No EXCEL carregar o ficheiro RECICLA.XLS. A aplicação desenvolve-se a partir da célula A1 no sentido descendente. As células apresentem diferentes cores:

- Caracteres a preto sobre fundo violeta claro para texto;
- Caracteres a azul sobre fundo azul claro para introdução de dados;
- Caracteres a magenta sobre fundo verde claro para cálculos intermédios;
- Caracteres a vermelho sobre fundo amarelo para resultados.

Confirme as conclusões do caso RECICLIXO e responda às duas seguintes questões:

1. Se o parque for de 30 redutores, qual a melhor alternativa?
2. Nas condições iniciais, se a taxa de referência for 15%, qual a melhor alternativa e porquê?

1. A alternativa 3; 2. A alternativa 3, pois a alternativa 2 é penalizada devido à componente financeira do investimento que encarece com o aumento da taxa.



Questões

Conclusões do caso “RECICLIXO”

1. A prática da manutenção preventiva condicionada é valorizadora do factor humano. Proporciona maior motivação e eficácia e gera benefícios transversais na organização. Este factor deverá ser ponderado conjuntamente com o resultado económico da Alternativa 2;
2. Este caso permite pôr em destaque uma natureza de investimentos que costumamos designar por “estratégicos” pelo facto de proporcionarem condições que se traduzirão (eventualmente) em vantagens competitivas futuras, embora difíceis ou, mesmo, impossíveis de quantificar em termos económicos a curto prazo. O investimento no estudo da Alternativa 2 é desta natureza.
3. Sendo as alternativas 2 e 3 tão próximas em termos económicos, a decisão deverá ter em conta outros factores. Já vimos que a alternativa 2 potencia o factor “valorização pessoal” mas, a alternativa 3 potencia também um outro factor que pode tornar-se decisivo. Com efeito, a RECICLIXO pode querer adoptar uma estratégia de foco e chamar a si apenas a produção e a comercialização dos seus produtos, passando a subcontratar as funções não directamente relacionadas com o seu negócio (*core business*) e que não são a sua vocação, como é o caso da manutenção. Se esta estratégia for preferida pela RECICLIXO, então a Alternativa 3 deverá ser a preferida.
4. As empresas integram com frequência crescente, nas suas análises de apoio à decisão, critérios de natureza estratégica e critérios de natureza económica. O Método Hierárquico Multicritério é particularmente indicado na análise destas situações complexas e dificilmente estruturáveis;
5. Os métodos empíricos fundamentados na intuição e experiência do decisor são falíveis. Em contrapartida, a força da convicção nos resultados a que chegámos releva do facto de se fundamentarem em métodos científicos. Todavia, conforme o leitor bem se apercebeu, estes métodos requerem a existência de informação histórica verdadeira e exaustiva (própria ou de construtores) guardada em bases de dados multidimensionais e disciplina da organização.