

# Valor da multa a aplicar a uma empresa de *outsourcing* no caso de um erro de diagnóstico ou de intervenção

Assis, Rui <sup>1,2</sup>

Ribeiro, João <sup>3</sup>

<sup>1</sup> EIGeS - Centro de Investigação em Engenharia Industrial, Gestão e Sustentabilidade da Universidade Lusófona; [p1028@ulusofona.pt](mailto:p1028@ulusofona.pt)

<sup>2</sup> APMI - Associação Portuguesa de Manutenção Industrial; [rassis46@gmail.com](mailto:rassis46@gmail.com)

<sup>3</sup> Wikiservice - Engineering & Asset Management; [joao.ribeiro@wikiservice.pt](mailto:joao.ribeiro@wikiservice.pt)

---

## Resumo

Muitas empresas, confrontadas com a crescente complexidade técnica de muitos equipamentos de produção, optam pelo *outsourcing* da sua manutenção. Nesta situação, os contratos devem contemplar a penalização de actividades consideradas desnecessárias. Para tal, devem usar-se critérios objectivos, de modo a evitar arguições futuras a favor e contra, após a constatação da ocorrência de falhas que se pretendiam evitar, intervenções em resultado de falsos positivos, excessos de tempo de intervenções de manutenção ou, de erros técnicos.

Um caso fictício descreve detalhadamente como calcular o valor da multa no caso de uma paragem indevida de uma linha de produção de 6 produtos.

Com base nos preços unitários de venda, nos custos variáveis, nas capacidades de produção e nos volumes de venda previstos dos 6 produtos, calcula-se o custo de oportunidade horário médio ponderado.

Demonstra-se como calcular o custo de posse de um dos componentes da linha, com base na procura prevista segundo uma média móvel simples de 7 dias, e mostra-se que este custo varia ao longo do tempo, resultante do calendário de saídas e de entradas a diferentes preços.

Finalmente, soma-se o produto do custo horário de oportunidade pelo tempo da linha parada com o custo dos componentes substituídos. Um prémio de valor arbitrário poderá ainda ser adicionado.

**Palavras-chave:** *Outsourcing*, Margem de contribuição, Custo de oportunidade, Custo de posse, Média móvel.

Os autores adoptam o anterior acordo ortográfico.

---

## **Abstract**

Many companies facing a rise in technical complexity of their physical assets, demanding a permanent increase of expertise, decide to outsource their maintenance instead of keeping their own specialists. Contracts must be made, and the eventuality of needless interventions must be considered and penalised. Penalties should be calculated in the light of objective criteria to avoid future arguments, in favour or against, following the evidence of a false positive, interventions caused by failures that were supposed to be prevented, time overdue tasks, or technical mistakes.

A fictional case of a production line assembling 6 products allows to demonstrate how to calculate the amount of a fine.

Based on the selling prices, variable costs, production capacities and on the sales forecast of the 6 end-products, the hourly weighted opportunity cost is deducted. Costs of components replaced are then added (purchasing cost plus holding cost). The calculation of the holding cost is exemplified for a particular part based on the demand forecast using a simple moving average of 7 days method. This cost varies over time due to parts entering with different prices and leaving storage.

The fine is then made equal to the number of hours the production line remained stopped multiplied by the hourly opportunity cost, plus the cost of replaced components, plus an arbitrary extra.

**Keywords:** Outsourcing, Contribution Margin, Opportunity Cost, Ownership Cost, Moving Average.

---

## 1. Introdução

Nas unidades de produção com cariz industrial, onde os sistemas produtivos que as constituem são cada vez mais independentes, inteligentes e automatizados, atingem-se *performances* cada vez maiores e jamais alcançadas unicamente pela vertente humana. As empresas distinguem-se, portanto, através da adequada resposta que dão face à competitividade de *benchmarking* e do seu nível de desempenho, potenciando-as assim para ambicionados resultados financeiros. Os resultados que daí advêm, para além de dependerem de uma eficiente estrutura organizacional para atingir as suas metas, dependem consideravelmente da disponibilidade dos sistemas e equipamentos técnicos que as constituem.

Facilmente se depreende que é essencial um gestor de ativos físicos obter um entendimento holístico do negócio, para realizar uma eficaz e eficiente gestão desses ativos. Tal só se consegue, também, com o entendimento do estado funcional e operacional dos equipamentos que tornam possível o sistema produtivo atingir tais ambicionadas metas.

É visível que atualmente as empresas confrontam-se com a crescente complexidade técnica dos seus equipamentos de produção, tornando inviável prestar uma boa assistência técnica e de manutenção sem recurso à subcontratação de serviços especializados ou *outsourcing*. Uma adequada seleção de políticas de manutenção e gestão de ativos físicos é, com certeza, o pretendido pelas organizações para obter-se um sistema produtivo com elevados indicadores de disponibilidade, seja ela intrínseca, realizada ou operacional.

Nestas situações, ao serem contratualizados serviços especializados a parceiros externos, devem em sede jurídica, serem consideradas penalizações de actividades consideradas desnecessárias. Para tal, devem usar-se critérios objectivos, de modo a evitar arguições futuras a favor e contra, após a constatação da ocorrência de falhas que se pretendiam evitar, intervenções em resultado de falsos positivos, excessos de tempo de intervenções de manutenção ou, de erros técnicos.

Seguidamente serão descritos detalhadamente os pressupostos necessários que servirão de base para o estudo de um caso fictício de como calcular o valor da multa no caso de uma paragem indevida de uma linha de produção de 6 produtos.

## 2. Perdas económicas

Quando se verifica a paragem não programada de um equipamento, constatamos a ocorrência de dois tipos de perdas económicas [3], [4]:

- Custos directamente proporcionais à frequência de paragens do equipamento ou inversamente proporcionais à sua fiabilidade;
- Custos directamente proporcionais ao tempo de imobilização do equipamento ou inversamente proporcionais à sua manutibilidade.

Os primeiros devem-se, sobretudo, a (i) perdas que se originam no momento de paragem (por exemplo, desperdícios de matéria-prima e/ou produtos em curso de transformação), ou (ii) perdas que se originam durante o arranque (por exemplo, pré-série rejeitada antes de os parâmetros do processo estabilizarem e a qualidade ser aceitável), ou ainda (iii) materiais de consumo corrente (por exemplo, de limpeza e lubrificantes).

Os segundos devem-se, sobretudo, a (i) produção perdida e, logo, não vendida, ou produção recuperada em horas extra, ou ainda subcontratada (qualquer das três causas originando custos de oportunidade), (ii) perdas térmicas para o ambiente (quando é necessário manter temperaturas em fornos, estufas, câmaras de fusão, etc.), ou (iii) contratação de técnicos especializados e/ou aluguer de equipamentos especiais.

Estes custos económicos, frequentemente ocultos nas empresas, podem atingir montantes insuspeitados e contrariam o propósito de melhoria da eficiência operacional.

### **3. Custos de oportunidade [2], [3], [4]**

Quando se presta um serviço ou se produz um produto, são empregues materiais e desenvolvidas actividades por recursos (pessoas e máquinas) na sua manipulação e/ou transformação. Estes materiais e recursos custam dinheiro, pelo que se torna necessário alocar criteriosamente estes custos económicos às várias actividades desenvolvidas. As técnicas usadas para o fazer são da competência da Contabilidade Analítica (ou de Custos) que se ocupa dos chamados “custos reais”, ou seja, que têm subjacente um pagamento em dinheiro. Existe porém, uma natureza de custos que não é apurada pela Contabilidade, pois não movimenta dinheiro, a qual os Economistas designam por “custos de oportunidade”.

Estes custos de oportunidade constituem potenciais encaixes de dinheiro, os quais deixam de se realizar devido às circunstâncias particulares de uma decisão. Por exemplo, no caso de um equipamento usado, cuja alienação se adia por mais 1 ano, o seu valor venal (de venda no mercado de usados) no estado atual constitui um custo de oportunidade. Outro exemplo é constituído por um equipamento que sofre uma falha de integridade, ou cuja cadência normal de funcionamento diminui, devido à ocorrência de uma falha de qualidade do processo de produção (defeitos, avarias, desregulações, etc.). Estes incidentes podem ter origem no próprio equipamento ou noutros a montante.

Se o equipamento constitui um estrangulamento no normal fluxo de produção e o tempo perdido não pode ser recuperado mais tarde, verifica-se um custo de oportunidade correspondente à perda económica da produção que não foi realizada e, logo, não foi vendida. O custo de oportunidade será calculado pelo produto da quantidade não produzida durante o período da paragem (ou de diminuição da cadência) pela margem de contribuição unitária<sup>1</sup>.

Se o equipamento constitui um estrangulamento de produção, mas o tempo perdido pode ser recuperado em horas extraordinárias de trabalho ou aumentando a cadência para um regime de menor rendimento, verifica-se um custo

---

<sup>1</sup> Esta margem é calculada pela diferença entre o preço unitário líquido de venda e o custo unitário variável.

de oportunidade, o qual é, desta vez, igual ao montante de horas extraordinárias pagas a todo o pessoal que as realizou ou ao incremento do custo variável de produção, respectivamente<sup>2</sup>.

Na gestão de um armazém, existe também um custo designado por “custo de posse”, o qual resulta da soma de dois custos: i) um custo real incorrido pela existência de um armazém (depreciação do espaço e dos equipamentos, formas de energia consumida, pessoal alocado a este serviço, gestão, seguros e outros encargos) designado por custo de armazenagem e ii) um custo de oportunidade, resultante da oportunidade perdida de aplicação do dinheiro imobilizado em mercadorias, numa aplicação financeira alternativa de curto prazo e de fácil liquidez.

Este custo de posse depende da natureza de cada família de componentes armazenados e pode variar ao longo do tempo, o que implica que o custo de saída de um qualquer componente aviado seja também variável.

Na ausência do apuramento desta natureza de custos por parte das Contabilidades das empresas, compete ao Gestor de Activos o seu cálculo, de modo a tê-los em conta na sua gestão corrente e, sobretudo, nos processos de decisão.

#### **4. Penalizações**

Conforme visto no ponto anterior, quando um equipamento suspende o seu funcionamento devido à ocorrência de uma falha, ou a outra causa, embora estivesse previsto, de acordo com o planeamento, manter o seu ritmo normal de produção, incorremos numa potencial perda de proveitos ou custo de oportunidade. Este custo pode (deve) figurar nos reportes periódicos do desempenho da gestão e os gestores operacionais deverão ter uma justificação para cada caso e uma medida prevista mitigadora da sua gravidade e frequência. Mas, quando a manutenção destes activos físicos se encontra entregue a terceiros, é justo que o cliente aplique uma penalização àqueles, quando a paragem se deve a um erro de diagnóstico (falso positivo) ou ao prolongamento de uma paragem prevista devido a um erro cometido durante a operação de restauro.

A magnitude desta multa/penalização não deve resultar de uma qualquer decisão arbitrária (não fundamentada) mas sim, deve fundamentar-se no custo de oportunidade incorrido pela empresa cliente em cada situação concreta, ou num valor médio calculado a partir de todo o *mix* de produtos que constem no planeamento da produção, cobrindo todo o horizonte de planeamento, ou durante um período mais curto fixado arbitrariamente.

O valor desta multa deve constar no contrato de prestação do serviço de manutenção dos activos físicos devidamente identificados. A exemplo de uma seguradora que calcula os prémios das apólices em função do risco esperado (probabilidade de acidente x custo das consequências), também um prestador desta natureza de serviços poderá calcular um preço que compreenda este risco – se será ou não concorrencial, depende da confiança na competência dos recursos próprios, ou seja, da probabilidade de errarem (no diagnóstico ou na execução de uma intervenção correctiva ou preventiva).

---

<sup>2</sup> O ponto 7.1.2 da referência [3] ilustra estas situações.

## 5. Caso exemplificativo

Uma linha de produção, crítica num processo de negócio, produz seis produtos (P1 até P6) sob a forma de granulado. Devido à complexidade técnica de muitos equipamentos que incorporam as várias estações (fases) da linha, a Administração decidiu contratar a sua manutenção a uma empresa prestadora desta natureza de serviços e especializada neste tipo de equipamentos – muitas vezes é o próprio fabricante do equipamento ou o seu representante local – serviço este designado frequentemente como terceirização ou *outsourcing*. De notar que cresce o número de empresas construtoras de equipamentos que optam por não os vender, mas antes por vender os serviços prestados por eles, instalando-os nas empresas clientes e assistindo-os durante todo o seu ciclo de vida. O neologismo “servitização” traduz este comportamento.

O contrato a realizar deve conter cláusulas que prevejam uma penalização em quatro situações:

1. Ocorrência de uma paragem intempestiva em consequência da falha de um órgão crítico de qualquer equipamento constituinte da linha e correspondente acção correctiva;
2. Paragem propositada da linha para uma intervenção preventiva em resultado de um diagnóstico incorrecto que resultou num falso positivo, devidamente comprovado;
3. Atraso na realização de uma operação de manutenção com duração prevista e planeada;
4. Erro na realização de uma operação de manutenção, causando a substituição desnecessária de um ou mais componentes e/ou a demora na reactivação da linha.

A Administração decidiu que esta penalização deveria ser justa e possuir uma base lógica de cálculo em cada situação concreta. Com este propósito, o Gestor da Manutenção foi encarregado de estudar o caso e de propor uma solução. A Administração determinou também que os serviços internos de manutenção deverão acompanhar os técnicos do *outsourcing*, de modo a manterem o registo detalhado de todos os acontecimentos (o quê, como e porquê foi feito).

Depois de algum tempo de reflexão, as suas conclusões foram as seguintes:

- 1) Os valores das multas devem resultar da soma do custo de oportunidade resultante da linha parada com os materiais usados (componentes e consumíveis) saídos do armazém da empresa;
- 2) O custo de oportunidade poderá ser variável, correspondente ao produto que estava sendo produzido no momento da falha, ou constante, correspondente à média ponderada dos custos de oportunidade de todos os seis artigos;
- 3) O custo de cada componente deve ser calculado somando o custo de saída de armazém com o custo de posse específico da família a que este componente pertence;
- 4) Para o cálculo do custo de oportunidade será necessário:
  - a. Conhecer as capacidades de produção da linha de cada um dos seis produtos;
  - b. Conhecer os preços de venda dos seis produtos e as correspondentes previsões de venda junto da Direcção Comercial.
  - c. Conhecer os custos variáveis dos seis produtos junto da Contabilidade Analítica;

- 5) Para o cálculo dos custos de posse será necessário:
- a. Proceder a uma análise FMECA para identificar os componentes das várias estações da linha que apresentam maior probabilidade de obrigar à sua paragem em caso de falha;
  - b. Reunir o histórico dos movimentos destes componentes em armazém;
  - c. Medir a área média projectada na horizontal ocupada pelos componentes críticos (m<sup>2</sup>);
  - d. Conhecer o valor unitário da amortização da área ocupada pela estantes do armazém da manutenção (k€/m<sup>2</sup>.ano);
  - e. Medir a área média nas estantes ocupada pelos componentes críticos (m<sup>2</sup>);
  - f. Conhecer o valor unitário da amortização das estantes do armazém da manutenção (k€/m<sup>2</sup>.ano);
  - g. Avaliar os custos vários comuns do armazém da manutenção (k€/ano)<sup>3</sup>:
    - i. do pessoal que trabalha a tempo inteiro ou repartido;
    - ii. da energia consumida em climatização;
    - iii. do restante equipamento (empilhadores, guinchos,...);
    - iv. dos seguros e impostos.
  - h. Construir uma lista de repartição destes custos comuns com base na frequência de utilização por parte de cada família de artigos.
- 6) Conhecer o custo de oportunidade dos capitais permanentemente imobilizados em artigos armazenados junto da Direcção Financeira (juro proporcionado por uma aplicação alternativa num produto financeiro de curto prazo e fácil liquidez, mais um prémio de risco).

Confiante nestas suas deduções, o Gestor da Manutenção deitou mãos à obra. Assumamos agora o seu papel e vejamos em detalhe os três passos de cálculo que deveremos percorrer, no caso de um componente crítico específico da linha, pertencente à família de artigos designada por F102.

### **Passo 1 – Determinação do custo de oportunidade da linha**

Uma vez conhecidos as capacidades de produção (Ton/hora), os volumes médios de venda previstos num horizonte temporal de 6 meses<sup>4</sup> (Ton/mês), os preços unitários de venda (€/Ton) e os custos variáveis unitários dos seis produtos, procedemos ao cálculo do custo de oportunidade de cada um deles. O Quadro 1 mostra os dados recolhidos.

As margens de contribuição (m.c.) unitárias foram calculadas subtraindo o custo variável unitário de cada produto do preço unitário de venda, tendo-se obtido o Quadro 2.

---

<sup>3</sup> Estes cálculos serão facilitados se o Analista tiver experiência no sistema de Custeio Baseado em Actividades (*Activity Based Costing – ABC*)

<sup>4</sup> O mesmo período de vigência do contrato de manutenção de *outsourcing*, renovável automaticamente cada seis meses, salvo denuncia de uma das partes.

Quadro 1 – Dados gerais dos 6 produtos

Produtos	Capacidades de produção (Ton/hora)	Volumes previstos de venda (Ton/mês)	Preços unitários de venda (€/Ton)	Custo variáveis unitários (€/Ton)
P1	5,9	2.430	1.200	740
P2	4,8	2.140	1.190	630
P3	2,6	2.100	1.110	740
P4	5,1	2.320	1.070	880
P5	4,5	1.810	1.020	760
P6	5,5	1.960	1.120	710

Quadro 2 – Valores das m.c. unitárias

Produtos	Margens de contribuição (m.c.) (€/Ton)
P1	460
P2	560
P3	370
P4	190
P5	260
P6	410

Poderia bastar o conhecimento destas margens para prosseguirmos, o que equivaleria a dizer que a multa seria calculada com base no produto específico que estivesse em produção. Porém, pode ser preferível inscrever um valor concreto num contrato de *outsourcing*, pelo que procedemos ao cálculo do valor da margem média ponderada de contribuição (€/Ton) e daqui partimos para o custo de oportunidade médio ponderado do programa de produção da linha (€/hora). Notar que esta última alternativa só será justa se os volumes de produção se mantiverem estáveis ao longo do ano (sem sazonalidade apreciável) ou se o contrato prever valores diferentes durante períodos também diferentes.

Ponderando as m.c. com os volumes de produção previstos, obtemos:

$$(460 \times 2.430 + 560 \times 2.140 + \dots + 410 \times 1.960) / (2.430 + 2.140 + \dots + 1.960) = 377 \text{ €/Ton}$$

Ponderando depois as capacidades de produção com os volumes de produção previstos, obtemos:

$$(5,9 \times 2.430 + 4,8 \times 2.140 + \dots + 5,5 \times 1.960) / (2.430 + 2.140 + \dots + 1.960) = 4,77 \text{ Ton/hora}$$

Obtemos agora o custo médio ponderado de oportunidade da linha, fazendo:

$$377 \text{ €/Ton} \times 4,77 \text{ Ton/hora} \cong 1.800 \text{ €/hora}$$

## **Passo 2 – Determinação do custo de posse**

Identificámos seis famílias de componentes pertencentes aos equipamentos que compõem a linha de produção (F101 até F106).



O Quadro 3 mostra os dados recolhidos.

Quadro 3 – Dados gerais do armazém

	Área chão média ocupada (m <sup>2</sup> )	Área estante média ocupada (m <sup>2</sup> )	Repartição dos custos comuns	Valor médio imobilizado (k€)
Família F101	18	0	0,1	35
Família F102	20	0	0,4	94
Família F103	0	6	0,13	33
Família F104	2	12	0,12	33
Família F105	13	0	0,2	41
Família F106	0	24	0,05	84
Total =	53	42	1	320

Apurámos também os seguintes dados:

Custo unitário da amortização da área do armazém: 0,54 k€/m<sup>2</sup>.ano

Custo unitário da amortização das estantes: 0,192 k€/m<sup>2</sup>.ano

Custos comuns (m.d.o., empilhadores, energia, seguros, etc.): 23 k€/ano

Donde os custos anuais de amortização são:

Área do armazém: 53 m<sup>2</sup> x 0,54 k€/m<sup>2</sup>.ano = 28,62 k€/ano

Estantaria: 42 m<sup>2</sup> x 0,192 k€/m<sup>2</sup>.ano = 8,064 k€/ano

O custo global de armazenagem é, então: (28,62 + 8,064 + 23)/320 x 100 = 18,65%.ano

O significado deste resultado é o seguinte: A empresa despende 18,65 € por cada 100 € que mantém no armazém durante 1 ano.

Mais especificamente, podemos querer conhecer os custos de armazenagem de cada uma das seis famílias. O Quadro 4 mostra estes custos.

Por exemplo, no caso da família F102, o custo de armazenagem foi calculado da seguinte forma:

$[(20 \text{ m}^2 / 53 \text{ m}^2 \times 28,62 \text{ k€/ano}) + (0 \text{ m}^2 / 42 \text{ m}^2 \times 8,064 \text{ k€/ano}) + 23 \text{ k€/ano} \times 0,4] / 94 \text{ k€} \times 100 = 21,28\%.\text{ano}.$

Por outro lado, a Direcção Financeira informou que o custo anual de oportunidade do capital imobilizado em materiais neste armazém deveria ser 4,56%.ano. O custo de posse global deverá ser então (armazenagem + oportunidade do capital imobilizado) 18,65 + 4,56 = 23,21%.ano.

No caso particular da família F102, o custo de posse deverá ser 21,28% + 4,56% = 25,84%.ano. Porém, como a gestão é realizada com base diária, temos de conhecer o seu equivalente diário, o qual se obtém fazendo [1], [5]:

$$(1 + 0,2584)^{(1/365)} - 1 = 0,0630\%.\text{dia}$$

Quadro 4 – Custos de armazenagem

Famílias	Custo de armazenagem (anual (%))
F101	34,34%
F102	21,28%
F103	12,55%
F104	18,62%
F105	28,34%
F106	6,85%

Finalmente vejamos qual o valor da multa (k€/hora) aplicável nas ocasiões em que a linha se encontra parada, quando deveria estar em funcionamento.

### **Passo 3 – Determinação do valor da multa**

A multa é calculada pela soma das três seguintes parcelas:

- Produto do custo de oportunidade da linha parada, embora com carga planeada, (1.800 €/hora, conforme visto no Passo 1) pela duração da paragem (no caso de uma falha ou de um falso positivo) ou pela duração de uma intervenção preventiva superior ao tempo *standard*;
- Custo médio ponderado do componente em armazém, o qual varia com os diferentes preços de aquisição ao longo do tempo;
- Custo de posse do componente em armazém, o qual varia proporcionalmente com aquele custo médio.

Suponhamos o caso particular de um componente crítico pertencente à família F102 com o código C102003 e determinemos qual o seu custo de posse unitário actual (€/unidade).

Consultámos o histórico dos movimentos (entradas e saídas) deste componente C102003 em armazém. O *software* usado calcula apenas o saldo de cada dia (unidades). Precisamos contudo de mais cálculos: da procura prevista em cada dia (unidades/dia), da cobertura de aviamentos (dias) proporcionada pelo saldo, do custo médio unitário ponderado (€/unidade) e do custo de posse unitário (€/unidade). O custo de cada peça à saída do armazém será assim obtido pela soma destes dois últimos custos.

Importámos os dados dos movimentos e do saldo para uma folha do Excel (colunas 1 até 4 do Quadro 5) e programámos as restantes colunas. Este Quadro 5 mostra os movimentos de entradas e saídas e todos os cálculos ao longo dos últimos 20 dias.

Constatamos que o custo médio unitário ponderado do componente no dia de hoje (dia *n*) é 306,56 € e o seu custo de posse é 2,90 €, perfazendo 310 €/unidade.

Quadro 5 – Custos do componente C102003 à saída do armazém

	(1) Entradas (unid)	(2) Preço unitário (€/unid)	(3) Saídas (unid)	(4) Saldo (unid)	(5) Procura (unid/dia)	(6) Cobertura (dias)	(7) Custo médio (€/unid)	(8) Custo posse (€/unid)	(9) Custo saída (€/unid)
Dia <i>n</i> -20				<b>36</b>	<b>5,1</b>	7,06	<b>295</b>		
Dia <i>n</i> -19	6	300	4	38	4,94	7,69	295,71	1,43	298
Dia <i>n</i> -18			3	35	4,64	7,54	295,71	1,40	298
Dia <i>n</i> -17	8	303		43	3,91	10,99	297,07		
Dia <i>n</i> -16				43	3,19	13,50			
Dia <i>n</i> -15			1	42	2,60	16,15	297,07	3,02	301
Dia <i>n</i> -14				42	1,87	22,44			
Dia <i>n</i> -13			5	37	1,86	19,92	297,07	3,73	301
Dia <i>n</i> -12	11	307		48	1,29	37,33	299,35		
Dia <i>n</i> -11			2	46	1,14	40,25	299,35	7,59	307
Dia <i>n</i> -10			7	39	2,14	18,20	299,35	3,43	303
Dia <i>n</i> -9			3	36	2,57	14,00	299,35	2,64	302
Dia <i>n</i> -8	10	310		46	2,43	18,94	301,66		
Dia <i>n</i> -7				46	2,43	18,94			
Dia <i>n</i> -6				46	1,71	26,83			
Dia <i>n</i> -5	12	315	2	56	2,00	28,00	304,42	5,37	310
Dia <i>n</i> -4				56	1,71	32,67			
Dia <i>n</i> -3			9	47	2,00	23,50	304,42	4,51	309
Dia <i>n</i> -2			8	39	2,71	14,37	304,42	2,75	308
Dia <i>n</i> -1	8	317		47	2,71	17,32	306,56		
Dia <i>n</i>			2	45	3,00	15,00	306,56	2,90	310

Vejamos como estes valores foram obtidos:

- Os valores em negrito (dia *n*-20, colunas 4, 5 e 7) foram estimados com base nos dados anteriores a este dia, os quais não são visíveis no Quadro 5;
- Coluna (5): Estimámos a procura com base numa média móvel simples de 7 dias. Por exemplo, no dia *n*-5, o valor 2,00 resultou do seguinte cálculo  $(2 + 7 + 3 + 2) / 7 = 2,00$  unidades/dia, ou seja a média das saídas dos últimos 7 dias;
- Coluna (6): A cobertura foi calculada pelo cociente da coluna (4) pela coluna (5). Por exemplo, no dia *n*-6, o valor 26,83 resultou do cálculo do saldo nesse dia dividido pela procura prevista, isto é,  $46 \text{ unidades} / 1,71 \text{ unidades/dia} = 26,83 \text{ dias}$ ;
- Coluna (7): O custo médio unitário em cada dia em que se verifica uma entrada em armazém foi obtido ponderando o custo apurado no dia anterior e o preço da nova entrada pago ao fornecedor, respectivamente, com o saldo existente (coluna 4) e com a nova quantidade entrada. Por exemplo, no dia *n*-12, o valor 299,35

resultou do seguinte cálculo  $(297,07 \text{ €/unidade} \times 37 \text{ unidades} + 307 \text{ €/unidades} \times 11) / (37 + 11) = 299,35 \text{ €/unidade}$ . Notar que este custo se mantém constante até que ocorra uma nova entrada de material;

- Coluna (8): O custo de posse unitário é recalculado cada vez que ocorre uma saída de material e permanece constante nos dias em isso não acontece. Por exemplo, no dia  $n-11$ , o valor 7,59 resultou do produto  $0,0630 \text{ €/100 €} \cdot \text{dia} \times 40,25 \text{ dias} \times 299,35 \text{ €/unidade} = 7,59 \text{ €/unidade}$ .

Suponhamos agora que, no dia  $n$ , ocorreu uma falha que era suposta ser evitada com o programa de manutenção condicionada em curso e que foi necessário substituir o componente C102003 e que a empresa de *outsourcing* demorou 3 horas na realização da operação de manutenção correctiva.

O custo efectivamente incorrido pela empresa cliente foi:

Custo de oportunidade: 1.800 €/hora x 3 horas =	5.400 €
Custo do componente C102003:	<u>310 €</u>
	5.710 €

Se a empresa arbitrar um prémio de risco<sup>5</sup> no valor de 20% sobre o custo efectivo, a multa será (aproximando o resultado à centena imediatamente superior):  $5.710 \times 1,2 = 6.900 \text{ €}$

## 6. Conclusões

A prestação dos serviços de manutenção por terceiros (o chamado *outsourcing*) dos activos físicos tem-se generalizado, devido à crescente complexidade técnica de muitos equipamentos de produção, à crescente complexidade dos métodos de diagnóstico e à crescente necessidade de rigor da gestão de modo a conseguir eficácia mas também eficiência operacional.

Assim sendo, é nossa opinião que os contratos devem conter cláusulas que premeiem ou penalizem as empresas de *outsourcing*. Estas penalizações devem ser fundamentadas e não fixadas arbitrariamente.

As circunstâncias em que as penalizações serão devidas devem ser fixadas assim como os seus valores. Estes valores devem ser calculados com base nos custos de oportunidade resultantes de intervenções em resultado de erros de diagnóstico (falsos positivos), ou de excessos de tempo na realização de intervenções de manutenção ou, ainda, de erros técnicos durante a sua realização. Para que estas medidas possam ser aplicadas de forma justa, é necessário que existam recursos humanos internos que acompanhem a gestão e a realização dos trabalhos do *outsourcing*, o que, aliás, permite evitar uma excessiva dependência destes prestadores de serviços.

O caso fictício descrito exemplifica como calcular o valor de uma multa a aplicar no caso de uma linha de produção de 6 produtos, descrevendo o cálculo do custo de posse de um componente crítico saído do armazém e do custo de oportunidade gerado quando ocorre uma paragem não prevista da linha.

---

<sup>5</sup> Esta percentagem também poderá representar uma penalização – desta vez subjectiva – pelo eventual prejuízo da imagem da empresa que terá falhado a data (ou hora) de uma entrega ou várias a clientes importantes.

## **Referências bibliográficas**

- 1] Assis, Rui. “Engenharia Económica com o EXCEL – Casos de Apoio à Decisão”. LIDEL. 2021.
- [2] Assis, Rui., Sobral, José. & Ribeiro, João. “Substituição em grupo de componentes de desgaste rápido sujeitos às políticas alternativas de manutenção correctiva, preventiva sistemática e preventiva preditiva”. 15º Congresso Nacional de Manutenção. 2019.
- [3] Assis, Rui. “Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos”. LIDEL. 2014.
- [4] Jordan, Hugues., Rodrigues, José Azevedo. & Neves, João Carvalho. “O Controlo de Gestão – Ao serviço da estratégia e dos gestores”. Áreas Editora. 2021.
- [5] Rodrigues, José Azevedo. & Borges, António. “Contabilidade e Finanças para a Gestão”. Áreas Editora. 2014.