1.7 IMPACTO NA CAPACIDADE DE UM POSTO DE TRABALHO EM CONSEQUÊNCIA DE DEFEITOS DE QUALIDADE

Consideremos um PT que processa uma determinada peça com um tempo *standard* “t”. À saida da máquina o operador controla a produção e rejeita “r” peças para sucata por cada 100 entradas e reenvia “p” peças para a entrada (para recuperar), por cada 100 entradas. As peças reenviadas para o PT são recuperadas com um rendimento de “η“.

Figura 1.10 - Fluxos de produção útil, rejeitada e recuperada

Sendo: Q_e – quantidade de peças à entrada
Q_s – quantidade de peças boas à saída
Q_r – quantidade de peças rejeitadas
Q_p – quantidade de peças recuperadas

Verificam-se, as seguintes relações:

$$Q_e = \frac{Q_s}{(1-r)} \qquad (1.8)$$

Quantidade de peças à entrada

$$Q_p = \frac{Q_e . p}{(1-p)} \qquad (1.9)$$

Quantidade de peças recuperadas

Em que: r – peças rejeitadas por cada 100 peças entradas;
p – peças recuperadas por cada 100 peças entradas.

Quando as peças recuperadas são-no de uma só vez na linha, a expressão anterior assume a forma:

$$Q_p = p.Q_e \qquad (1.10)$$

Quantidade de peças recuperadas

E o tempo total “T” necessário à produção de “Qs” (quantidade de peças boas à saída) é dado por:

$$T = t.Q_e + \frac{t}{\eta}.Q_p \qquad (1.11)$$

Tempo necessário para produzir *Qs* peças boas

Em que: T – Tempo total necessário à produção de Qs
t – Tempo unitário *standard*
η – Rendimento de recuperação

Em ambiente de produção contínua (pós, líquidos, pastas, granulados, etc.), a recuperação processa-se ao mesmo ritmo que a produção normal, pelo que o rendimento de recuperação $\eta = 1$. Logo, a expressão anterior assume a forma:

$$T = t.(Q_e + Q_p) \qquad (1.12)$$

Tempo necessário para produzir *Qs* unidades de produto bom

Exemplo 1.5

Pretende-se obter 100 unidades boas de um produto numa máquina que apresenta (para este tipo de produto), uma taxa de rejeição de 5% e uma taxa de recuperação de 10%. O tempo unitário *standard* é 1 minuto/unidade. Quanto tempo é necessário nas seguintes condições:

a) O processo de transformação é contínuo (pasta) e a unidade de gestão é o Kg (o produto recirculado é-lo de forma contínua).
b) O processo de transformação é discreto e a unidade de gestão é a peça (as peças retrabalhadas são-no de uma única vez com um rendimento de 50%);
c) O processo de transformação é discreto e a unidade de gestão é a peça (as peças retrabalhadas podem repetir-se e são-no com um rendimento de 50%).

Recorrendo às expressões anteriores, teremos, sucessivamente:

a) Q_e = 100 / (1 - 0,05) = 105,26 Kg
Q_p = 105,26 x 0,10 / (1 - 0,10) = 11,70 Kg
T = 1 x (105,26 + 11,70) = 116,96 min
b) Q_e = 100 / (1 - 0,05) = 105,26 ≅ 106 peças
Q_p = 106 x 0,10 = 10,6 ≅ 11 peças
T = 1 x 106 + 1 / 0,5 x 11 = 128 min
c) Q_e = 100 / (1 - 0,05) = 105,26 ≅ 106 peças
Q_p = 106 x 0,10 / (1-0,1) = 11,78 ≅ 12 peças
T = 1 x 106 + 1 / 0,5 x 12 = 130 min

1.8 O PROBLEMA DO VALOR MÉDIO

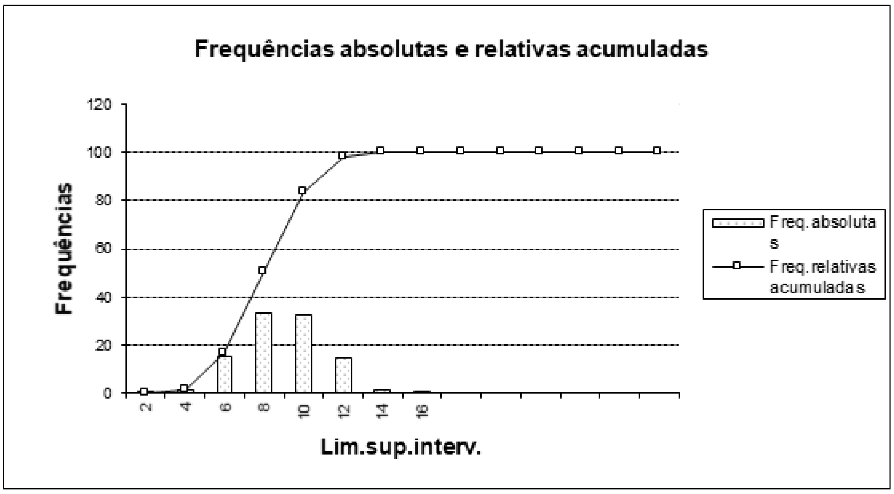
Notar que os valores de r% e de p% resultam do tratamento estatístico de informação histórica colhida nos relatórios de produção dos produtos, ou são estimados quando não existe experiência anterior. Enquanto no caso de p%, o valor introduzido nos cálculos pode ser o valor da média estatística da da distribuição em frequência das recuperações reportadas, o valor de r% já não deve ser o da média mas maior que este. Com efeito, quando se selecciona o valor médio de uma distribuição em frequência típica das rejeições – distribuição quase sempre simétrica – a probabilidade (ou risco) de haver que processar mais material para completar a encomenda é de 50% – o que se pode considerar demasiadamente elevado. Quando a quantidade de uma encomenda de um cliente tem de ser escrupulosamente cumprida, se as rejeições forem superiores ao valor médio considerado nos cálculos, colocam-se duas decisões alternativas: i) pedir ao cliente que "aceite" a menor quantidade – contribuindo assim para a degradação da qualidade de serviço – ou ii) produzir uma nova quantidade especialmente para completar aquela encomenda – incorrendo em custos acrescidos. Vejamos um exemplo.

Exemplo 1.6

Da análise estatística dos valores de rejeições de um processo de fabrico resultou o Quadro de frequências bem como a sua representação gráfica (Figura 1.11) os quais podem ser vistos seguidamente.

Lim.inf.int. *r*%	**Lim.sup.int. *r*%**	***p*(i)%**	***P*(*i*)%**	**Médias**
1	2	0,10	0,10	1,36
2	4	1,96	2,06	2,92
4	6	13,02	15,08	4,72
6	8	36,28	51,36	6,33
8	10	33,57	84,92	7,39
10	12	12,96	97,89	7,86
12	14	1,96	99,85	7,96
14	16	0,15	100,00	7,98

Figura 1.11 – *Histograma dos valores de rejeição de um processo de produção*



Da análise podemos concluir que o processo gera rejeições com uma média e um desvio padrão aproximados de 8% e 2%, respectivamente.

Se se tolerar um risco de apenas 15% de repetição do fabrico para completar a encomenda ou, de outra forma, se se pretender garantir uma probabilidade de completamento de 100 - 15 = 85%, deve-se seleccionar r = 10% (procura-se o valor mais próximo de 85% na 4ª coluna do Quadro anterior e lê-se o valor do limite superior do intervalo de r% na 2ª coluna).

1.8.1 SEQUÊNCIA DE POSTOS DE TRABALHO

Quando existe uma linha composta por vários postos de trabalho (ou estações) que processam peças em série, apresentando cada um destes valores específicos de rejeição, de recuperação e respectivos rendimentos, a resposta à questão de quantas peças devem ser entregues à linha de forma a obter-se uma determinada quantidade útil Q_s , constitui uma generalização da análise feita anteriormente e implica o recurso ao cálculo pelo método das cadeias de *Markov* ou de simulação.

A Figura 1.12 adiante ilustra o caso – mais frequente – de existência de rejeições em cada estação da linha (3 neste caso).

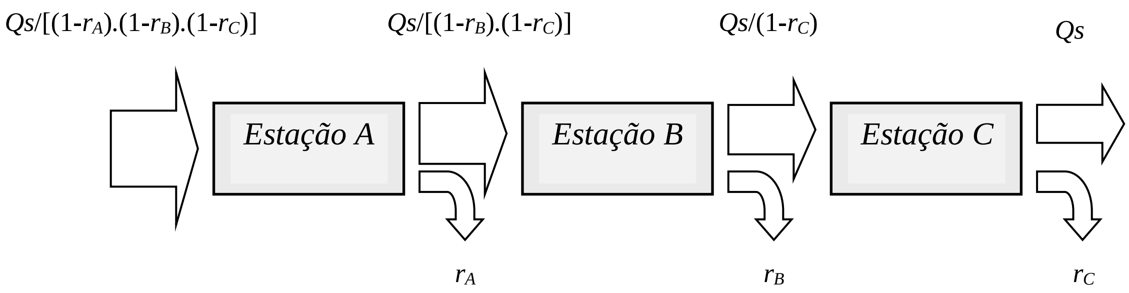


Figura 1.12 – *Linha de produção em que se verificam rejeições nas três estações*

A quantidade de peças à entrada Q_e teria de ser calculada pela expressão:

$$Q_e = \frac{Q_s}{(1-r_A).(1-r_B).(1-r_C)} \qquad (1.13)$$

No caso geral de *n* postos de trabalho, teríamos:

$$Q_e = \frac{Q_s}{\prod_1^n (1-r_i)} \qquad (1.14)$$

Quantidade de peças à entrada Q_e para produzir Q_s peças boas