

*Controlo de qualidade no desempenho de 'Call-Centers'***Vera Guerreiro***Universidade de Évora***Paulo Infante***Departamento de Matemática, Universidade de Évora*

Resumo: Neste trabalho analisam-se dados referentes aos diferentes níveis de atendimento e capacidade de resposta que podem influenciar o desempenho dos centros, qualquer que seja o seu âmbito de atendimento, visando proporcionar melhor informação e avaliar onde podem ser levadas a cabo acções de melhoria dos serviços prestados. Tendo por base os dados recolhidos na empresa em diferentes períodos de tempo, procuramos identificar variáveis que são importantes na definição dos padrões da qualidade e caracterizar o processo. Para avaliar e monitorizar o desempenho dos comunicadores recorre-se ao Controlo Estatístico de Qualidade. Estudam-se e analisam-se, de uma forma crítica, diferentes cartas de controlo para a proporção, procurando aferir as que melhor se adaptam a cada situação, de modo a permitir detectar não só uma deterioração da qualidade mas também eventuais melhorias. Dado o carácter confidencial dos resultados, exigido pela empresa que permitiu o estudo, houve necessidade de codificação de dados, de designações de variáveis e de tecer algumas considerações de forma mais generalista.

Palavras-chave: Controlo estatístico de qualidade, cartas de controlo por atributos.

Abstract: In this paper, we analyze data relative to different attendance levels and response capability, which can influence the performance of a call-center. We seek for better information about the process and to evaluate possible actions to improve services. Based on data collected from an enterprise in different time periods, we intend to identify important variables to define quality patterns and to characterize the process. We use statistic quality control to evaluate and monitor the attendant's performance. We study and analyze different control charts for the proportion of defects in order to identify which one is better suited to each situation, and to detect deterioration or improvements of quality. To protect confidentiality, data are codified and our results are non-figurative, as requested by the Company.

Keywords: Statistical quality control, control charts for attributes

1 Introdução

O conceito de qualidade encontra aplicações nos mais variados processos, tendo hoje um papel fundamental nas estratégias competitivas de qualquer empresa. A carta de controlo surge neste contexto como uma forma de avaliar a quali-

2 Guerreiro e Infante/Controlo de Qualidade em "Call-Centers"

dade, vocacionada para auxiliar as organizações a melhorar os seus processos, permitindo reduzir erros ou defeitos nos seus produtos ou serviços. A redução da variabilidade é uma das chaves para melhorar a qualidade de um serviço tal como o é para melhorar a qualidade de um produto. As cartas de controlo são um poderoso instrumento para a identificação da variabilidade não intrínseca, possibilitando a detecção de causas assinaláveis com vista à sua eliminação.

Num Call-Center pretende-se avaliar a qualidade de um serviço, sendo a unidade estatística a chamada recebida pelo comunicador. Esta pode ser avaliada segundo variadíssimos parâmetros de índole qualitativa, tais como o vocabulário (se utiliza ou não o vocabulário adequado), a utilização dos sistemas de informação disponíveis (se utiliza ou não todos os recursos disponíveis e adequadamente), transferência (em caso de necessidade de transferir a chamada para uma linha especializada se o comunicador agiu correctamente tendo transferido para a linha correcta ou se agiu incorrectamente tendo transferido sem haver necessidade ou tendo transferido para uma linha não adequada), entre outros. Em cada um dos parâmetros é considerado defeito a não verificação do mesmo. Por exemplo, caso o comunicador utilize linguagem menos adequada numa dada chamada então o avaliador classifica a chamada como defeituosa relativamente ao parâmetro vocabulário. Para monitorizarmos estes parâmetros podemos utilizar cartas para a proporção de defeitos.

Ao realizarmos este estudo deparámo-nos com amostras de dimensão variável, usualmente pequenas e com uma proporção de defeitos muito pequena para alguns parâmetros. Neste contexto procuramos cartas que sejam adequadas a cada situação e que permitam não só detectar uma deterioração da qualidade como também detectar melhorias. Neste sentido, e em particular no caso em que a proporção é muito pequena, fazemos um levantamento bibliográfico das diferentes cartas de controlo passíveis de utilizar neste contexto.

Dado o carácter confidencial dos resultados, exigido pela empresa que permitiu o estudo, algumas vezes codificámos os dados, noutras optámos pela codificação das designações dos parâmetros em estudo (caso em que a sua designação aparece entre parênteses), e por vezes tecemos algumas considerações de índole generalista. Apesar desta condicionante, pensamos que o interesse do artigo se mantém.

2 Implementação de cartas de controlo e análise crítica

Várias cartas de controlo para a proporção têm sido introduzidas e analisadas na literatura. Neste ponto apresentamos diferentes cartas passíveis de ser implementadas, analisando de uma forma crítica a sua adequação ao caso em estudo.

2.1 Carta p Standard

O processo em estudo revelou amostras diárias quase sempre muito pequenas ($n < 30$) o que torna inadequado o uso de uma carta de controlo do tipo Shewhart

para a proporção diária. As amostras semanais têm tamanho variável entre $n=55$ e $n=218$, afigurando-se como a melhor escolha para o estudo. A utilização de amostras mensais não tem sentido prático no que diz respeito à tomada de acções de correcção aquando da detecção de uma situação de alarme e por esse motivo foram descartadas.

Começamos por considerar dois parâmetros de avaliação de uma chamada recebida no Call-Center X. Vamos admitir que se tratam dos parâmetros clareza e vocabulário. Neste contexto, assumindo independência entre as chamadas auditadas e uma proporção de defeitos constante de chamada para chamada, a opção mais usual aponta para a implementação de uma carta p, desde que p não seja um valor muito pequeno. Atendendo à grande variabilidade de n, implementou-se uma carta p standard (Montgomery, 2001). Nesta carta é representada a estatística

$$z_i = \frac{p_i - \bar{p}}{\sqrt{(\bar{p} * (1 - \bar{p}))/n_i}} \quad (1)$$

onde p_i é a proporção de defeitos na semana i, n_i é o número de auditorias feitas na mesma semana e p é a proporção estimada de defeitos. A estatística (1) é obtida e representada semanalmente numa carta standard com limite inferior de controlo igual a -3 e limite superior de controlo igual a +3. Esta representação é exemplificada na figura 1 para o parâmetro clareza.

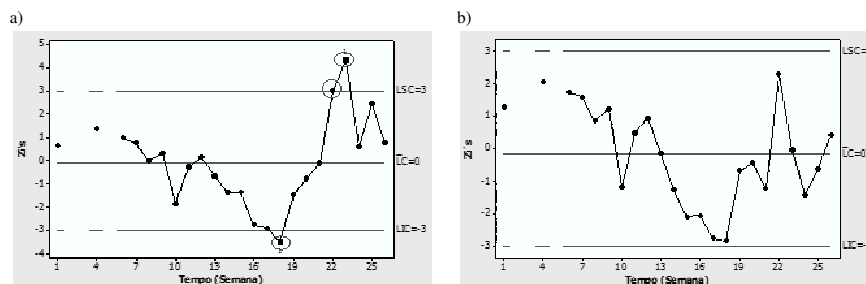


Figura 1: Carta p standard para o parâmetro clareza: a) fase inicial do controlo; b) valores revistos.

Começamos por estimar a proporção inicial de elementos defeituosos com base em 25 amostras preliminares retiradas num determinado período de tempo e representá-las na carta de controlo (na carta p usual os limites de controlo são designados nesta fase por limites provisórios). Note-se que a ausência das amostras 2, 3, 5 e 6 se deve ao facto de estas apresentarem uma dimensão demasiado pequena ($n < 30$), motivo que nos levou à sua exclusão do estudo. Na Figura 1a) podemos observar 3 pontos fora dos limites, os quais são investigados procurando averiguar a existência de causas assinaláveis responsáveis. Após identificadas essas causas, obtemos uma nova estimativa da proporção de defeitos, descartando os pontos correspondentes às causas assinaláveis que foram

4 Guerreiro e Infante/Controlo de Qualidade em "Call-Centers"

detectadas e eventuais pontos associados, ainda que dentro dos limites de controlo (por exemplo, todos os que têm origem em comunicadores inexperientes, isto é, comunicadores com menos de três meses de trabalho). Este processo é repetido até podermos concluir que a proporção de defeitos foi estimada com base num processo sob controlo estatístico. A carta de controlo da Figura 1b) corresponde ao processo depois de removidas as causas assinaláveis inicialmente detectadas.

As causas assinaláveis podem ser estudadas através do Diagrama de Pareto de forma a encontrar prioridades em futuras acções de correcção. Num Call-Center poderemos encontrar causas como a inexperiência do comunicador, o cansaço (mais de 3 horas contínuas de trabalho), a complexidade do assunto da chamada, entre outros. Neste sentido, consoante a causa em questão, poderão ser tomadas acções de correcção tais como coachings (pequenas sessões onde são comunicadas as situações a melhorar), maior incidência sobre assuntos problemáticos em futuras formações, optimização dos tempos de pausa, entre outras.

Da análise ilustrada no diagrama de Pareto representado na Figura 2, podemos concluir que os motivos 17, 18 e 14 são responsáveis por quase 80% dos defeitos. Suponhamos que se tratam das causas: inexperiência do comunicador, assunto da chamada e cansaço, respectivamente. Assim, podemos concluir que mais de 30% dos defeitos provêm de chamadas atendidas por comunicadores pouco experientes, cerca de 25% dizem respeito a chamadas cujo assunto tem um nível de complexidade superior e mais de 20% resultam de um nível elevado de cansaço.

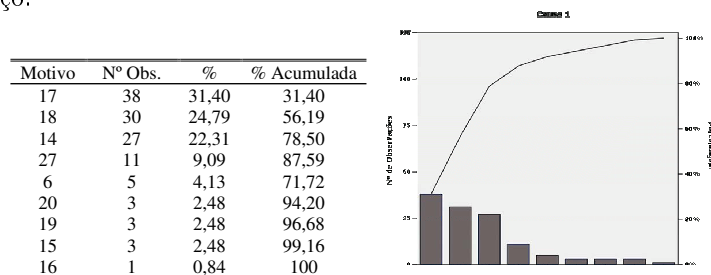


Figura 2: Diagrama de Pareto

2.2 Carta EWMA e Carta CUSUM

A carta p pode não satisfazer completamente as necessidades do processo. Pode pretender-se detectar mais rapidamente pequenas variações e, por outro lado, ter uma monitorização num período menor. Nesta perspectiva, a carta EWMA constitui uma boa alternativa. Esta carta é mais sensível a pequenas alterações da proporção, pois incorpora a informação de todas as amostras recolhidas.

Representa-se a estatística:

$$z_i = \lambda p_i + (1 - \lambda)z_{i-1} \tag{2}$$

em que λ é o parâmetro de amortecimento (toma valores entre 0 e 1) e p_i é a proporção de defeitos na amostra i . Os limites da carta são dados por:

$$LIC = \mu_Z - L\sigma_Z; LSC = \mu_Z + L\sigma_Z \tag{3}$$

sendo L e λ obtidos em função do desempenho desejado para a carta (usualmente L assume um valor próximo de 3 e $0.1 < \lambda < 0.3$). Quanto menor o valor de λ maior o peso dado à informação das amostras anteriores. O desvio padrão é dado por:

$$\sigma_{Z_i} = \sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2 - \lambda}\right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \tag{4}$$

onde σ é o desvio padrão dos dados.

Considere-se agora o parâmetro vocabulário, onde podemos encontrar causas assinaláveis análogas ao caso da clareza estudado no ponto anterior. Comparada com a carta p standard representada na Figura 3a), a carta EWMA (com $L=3$ e $\lambda=0,2$) permite detectar uma situação de melhoria na semana 15, como se pode observar na Figura 3b). De salientar que neste caso a carta p não standard tem um limite inferior de controlo positivo e consequentemente a carta p standard permite detectar diminuições da proporção. No entanto, com a carta EWMA perde-se o factor tempo, que neste contexto é importante, visto que as amostras não têm tamanho constante. Por exemplo, a amostra 3 corresponde a 90 auditorias e, embora estejamos perante uma média diária de 30 chamadas auditadas, não corresponde ao 3º dia do estudo, mas sim ao 13º dia. Por outro lado, o valor de λ é obtido em função da alteração da proporção que se pretende detectar, o que neste contexto pode não ser fácil de explicitar.

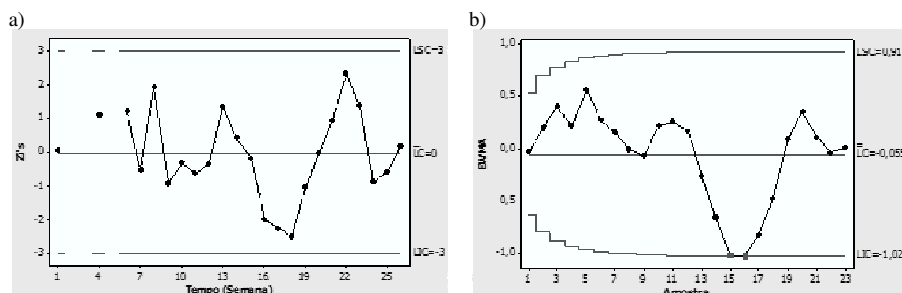


Figura 3: a) Carta p standard ; b) Carta EWMA.

A carta CUSUM para a proporção é outra das abordagens que se nos afigura interessante no sentido de constituir uma alternativa à carta p standard. Reynolds

6 Guerreiro e Infante/Controlo de Qualidade em "Call-Centers"

e Stoumbus (2000) analisam as propriedades das cartas CUSUM Binomial e CUSUM Bernoulli. Para o design de cada uma é necessário o valor da alteração da proporção que se pretende detectar com maior rapidez, o que neste contexto pode não ser fácil de estipular, como se referiu anteriormente a propósito da carta EWMA. O cálculo baseia-se na determinação dos valores:

$$T_i = \min(0, T_{i-1} + (Z_i + k)); S_i = \max(0, S_{i-1} + (Z_i + k)) \quad (5)$$

onde Z_i é a proporção de defeitos da semana i e k o valor referência que se determina em função da alteração que se pretende detectar. Refira-se que no caso estudado relativo ao parâmetro vocabulário (tomando $k=0,5$) enquanto a carta EWMA detectou uma situação de diminuição da proporção de defeitos na semana 15, a carta CUSUM detectou a mesma situação na semana 18. Claro que se trata apenas de um exemplo ilustrativo, mas que mostra uma diferente eficácia das cartas para os mesmos dados.

2.3 Carta de médias móveis para a proporção

A carta de médias móveis mostra os movimentos do processo relativamente à sua média móvel, baseada nas primeiras w observações. Khoo (2004) apresenta esta carta para a proporção de defeitos com os limites:

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{wn}}; LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{wn}} \quad (6)$$

onde \bar{p} é a proporção média estimada de defeitos, n é neste caso o tamanho médio amostral, w a alteração da média num dado momento e $\bar{q}=1-\bar{p}$.

Na Figura 4 representámos os valores da proporção referente à gestão de tempo, que avalia a capacidade de um comunicador atingir um nível óptimo de atendimento utilizando o menor tempo possível, sendo o factor cansaço uma das principais causas para um fraco desempenho neste parâmetro.

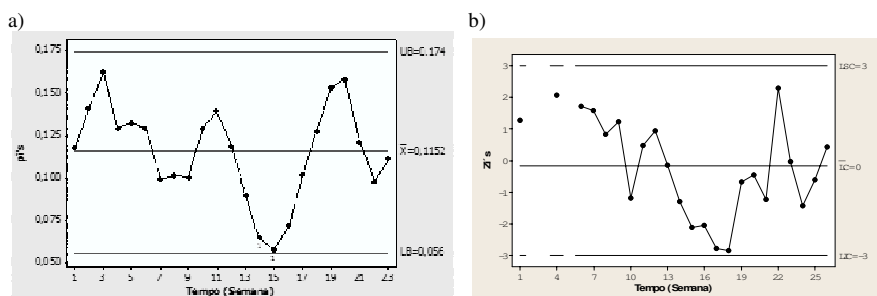


Figura 4: Gestão do tempo - a) Carta de médias móveis ; b) Carta p standard

Neste caso, a carta de médias móveis pode revelar-se uma boa alternativa à carta p (com as devidas reservas relativamente ao uso de uma dimensão amostral

média), em particular na detecção de pequenas alterações da proporção (desde que a aproximação pela normal seja boa) como podemos verificar na Figura 4. Pode observar-se que na carta de médias móveis é detectada uma melhoria na semana 15 só detectada na semana 18 na carta p Standard.

Na carta representada na Figura 4a) tem-se $w=2$, ou seja, as proporções são somadas sucessivamente originando valores M_i da seguinte forma:

$$M_1 = \frac{p_1}{1} = p_1; M_i = \frac{p_i + p_{i-1}}{2}, i \geq 2 \quad (7)$$

Esta carta é muito fácil de implementar e os resultados obtidos por Khoo (2004) revelam o seu bom desempenho na detecção de aumentos e de diminuições da proporção, tendo sido comparada também com a carta EWMA.

3 Casos em que p é muito pequeno

Quando a proporção de defeitos é muito pequena, a aproximação através da distribuição normal pode ser má mesmo para n grande, pois a distribuição é muito assimétrica. A carta Shewhart não é adequada e muitas vezes o LIC é nulo, o que impossibilita a detecção de possíveis melhorias. Têm surgido na literatura diferentes abordagens relativas a esta questão. Procuramos a seguir apontar algumas dessas alternativas tentando encontrar as mais adequadas ao processo em estudo.

3.1 Carta p com limites modificados

Ryan (2000) propôs uma carta p com limites modificados, dados por:

$$LIC = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n} + \frac{1,25}{n}}; LSC = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n} + \frac{1,15}{n}} \quad (8)$$

que resultam de um ajustamento para contornar a assimetria da Binomial, sendo válidos para valores de p muito pequenos. Contudo, esta não é uma solução adequada para o contexto em que estamos a trabalhar, visto que as dimensões amostrais são muito variáveis e conseqüentemente LSC e LIC assumem uma grande variedade de valores. Para além disso, se pensarmos em trabalhar com um tamanho amostral médio (o que pode não ser muito aconselhável dada a grande variabilidade de n), o valor semanal é pequeno e os valores dos limites serão análogos aos obtidos para a carta np.

Shwertman e Ryan (1999) propuseram um conjunto diferente de limites modificados para a carta np de tal forma que a probabilidade de ter um ponto acima ou abaixo dos mesmos seja tão próxima quanto possível do valor usual para a distribuição normal (0.00135). Estes limites são obtidos por:

$$LIC = 2,9529 + 1,01956np - 3,2729\sqrt{np}; LSC = 0,6195 + 1,00523np + 2,983\sqrt{np} \quad (9)$$

8 Guerreiro e Infante/Controlo de Qualidade em "Call-Centers"

sendo válidos para $p < 0,03$. Consideremos dois parâmetros A e B que designamos genericamente por "conhecimento do produto" e "utilização dos sistemas de informação", com proporções iguais a 0.0045 e 0.0125 respectivamente. Nestas condições, esta modificação não será vantajosa. Para o parâmetro A, atendendo a que a dimensão amostral média é igual a 83, obtemos uma linha central inferior ao LIC ($LC = 133 * 0,0045 = 0.37$ e $LIC = 1.33$) enquanto que para o parâmetro B, no caso de pretendermos um LIC positivo ($LIC = 1$), obtemos, para a dimensão amostral média igual a 133, um número médio de amostras até obter um falso alarme (ARL0) igual a 5.3 ($LSC = 6$ neste caso), o que torna inadequada a modificação em qualquer um dos casos.

3.2 Regra k-em-linha

Lucas *et al.* (2006) apresentam um método que permite a detecção de melhorias da qualidade quando o LIC é nulo. Este método tem por base a contagem do número de amostras com zero defeitos e varia consoante o valor da proporção média de defeitos. Para o processo em estudo, o método traduz-se na emissão de um sinal caso k amostras consecutivas tenham zero defeitos, ajustando-se o LSC sempre que necessário de forma a obter um ARL0 unilateral direito adequado (sensivelmente 250). Considerando o parâmetro "conhecimento do produto", por exemplo, podemos usar novamente a carta p standard, visto que a dimensão das amostras não é constante, com um $LSC = 3.5$ (que corresponde aproximadamente a aumentar uma unidade no LSC da carta np). Para a dimensão amostral média ($n = 133$), considerando $k = 4$, obtemos $ARL0 = 394$ (próximo dos valores normais para a carta np). No caso do parâmetro "utilização dos sistemas de informação" nas mesmas condições, obtemos um $LSC = 4$ (que corresponde sensivelmente, mais uma vez, ao aumento de uma unidade no LSC da carta np), e com $k = 9$, obtemos $ARL0 = 413$. Estas variáveis em estudo estão representadas na Figura 5.

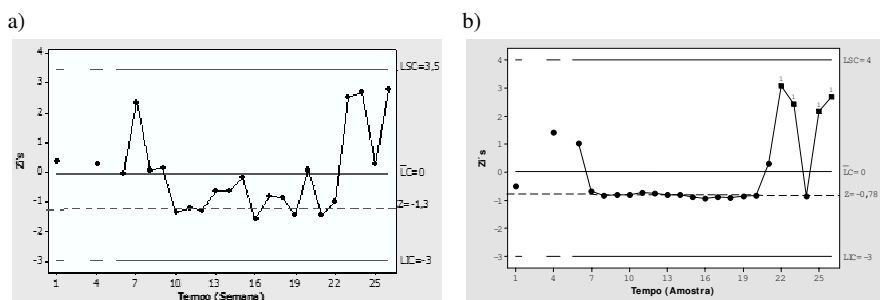


Figura 5: Carta de Controlo com Regra k-em-linha: a) Conhecimento do produto b) Utilização dos sistemas de informação

Pensamos que esta é uma boa proposta como complemento à carta p standard

usual. A aplicação desta regra ao parâmetro "conhecimento do produto" na carta p representada na Figura 5a) não leva à emissão de nenhum sinal, pois não temos 4 pontos sucessivos na linha a tracejado (zero defeitos). No entanto, para o parâmetro "utilização dos sistemas de informação" na Figura 5b) existe uma emissão de sinal, provocada por 14 amostras sucessivas com zero defeitos.

3.3 Carta arcseno

Eisenhart *et al.* (1947) sugerem fazer uma transformação de forma a obter uma variável aproximadamente normal. Na sua forma mais simples, esta transformação corresponde a tomar $y = \arcsin(x/n)^{1/2}$ onde x é o número de defeitos e n o tamanho da amostra. Os limites de controlo para a carta com as observações transformadas são dados por:

$$LIC = \arcsen\sqrt{p} - \frac{3}{2}\sqrt{n}; LSC = \arcsen\sqrt{p} + \frac{3}{2}\sqrt{n} \quad (10)$$

Para os parâmetros em estudo anteriormente referidos foi desenhada uma carta standard usando esta transformação. Pensamos que esta carta não deve ser usada como uma alternativa, mas sim como um apoio à carta p visto que apresenta melhores resultados na detecção de melhorias quando comparada com a carta p, mas para aumentos da proporção é a carta p que apresenta resultados mais sensíveis. Sendo a detecção de aumentos da proporção de defeitos de grande relevância, torna-se importante manter ambas as cartas. Note-se que Acosta-Mejia (1999) mostra que a carta Arcsen é muito sensível a diminuições de proporção, mas para aumentos tem um ARL muito enviesado, o que conduz a uma perda considerável de sensibilidade.

4 Algumas considerações finais

Neste trabalho pretendeu-se mostrar a aplicabilidade e utilidade do controlo de qualidade num contexto diferente do usual. As ferramentas estatísticas utilizadas permitiram conhecer o nível de qualidade do processo em estudo e encontrar diversas causas susceptíveis com vista a uma melhoria contínua, numa perspectiva preventiva. Apesar das limitações em termos de espaço destinado ao artigo e da confidencialidade de resultados, pensamos que o objectivo principal foi atingido. Ao nível da empresa, o uso de tais ferramentas tornou possível identificar as áreas de intervenção prioritária e fundamentar acções de correcção a diferentes níveis, sempre com o objectivo de reduzir ainda mais o número de defeitos. As dificuldades de aplicação num contexto real e não usual, levou a um estudo de diversas abordagens sugeridas na literatura, constituindo este trabalho também uma revisão das principais cartas p para pequenas proporções. Podemos classificar as cartas estudadas neste contexto em três categorias: cartas que são preferíveis à carta p quando existe uma baixa proporção de defeitos (das quais destacamos a carta p com a regra k-em-linha); cartas que são complementares à carta p (destacamos a carta arcsen) e cartas que são alternativas

10 Guerreiro e Infante/Controlo de Qualidade em "Call-Centers"

(EWMA, Média Móvel e CUSUM). Pensamos que há muito trabalho a fazer nestes contextos reais, procurando adequar a teoria à prática em vez de tentar adequar a prática à teoria como muitas vezes se faz na realidade académica.

Agradecimentos

Agradecemos à empresa PT-Contact pela abertura, disponibilidade, apoio e fornecimento dos dados necessários à realização deste estudo, e por ter acreditado desde o início no nosso projecto. Os autores agradecem também os comentários feitos pelo referee, os quais permitiram melhorar o texto.

Referências

- [1] Acosta-Meija, C. A. (1999.). Improved p charts to monitor process quality. *IIE Transactions*, Vol.31, p. 509-516.
- [2] Bourke, P. D. (2001). Sample size and the Binomial CUSUM control chart: the case of 100% inspection. *Metrika*, Vol.53, p. 51-70.
- [3] Eisenhart, C., Hastay, M. W., Wallis, W. A. (1947.). *Techniques of Statistical Analysis*. McGraw-Hill.
- [4] Khoo, M.B.C (2004.). A Moving Average Control Chart for Monitoring the Fraction Non-conforming. *Quality and Reliability Engineering International* , Vol.20, p. 617-635.
- [5] Lucas, J.M., Davis, D.J., Saniga, E.M. (2006.). Detecting improvement using Shewhart attribute control charts when the lower control limit is zero. *IIE Transactions*, Vol.38, p. 699-709.
- [6] Montgomery, D. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control, 4th ed.*. John Wiley.
- [7] Reynolds, M.R., Stoumbos, Z.G. (2000.). A general approach to modelling CUSUM charts for a proportion. *IIE Transactions*, Vol.32, p. 515-535.
- [8] Ryan, T. P. (2000). *Statistical Methods for Quality Improvement*. John Wiley.
- [9] Ryan, T. P., Shwertman, N.C. (1997.). Optimal limits for attributes control charts. *Journal of Quality Technology*, Vol.29, p. 86-98.
- [10] Shwertman, N.C., Ryan, T. P. (1999.). Using Dual np-Charts to Detect Changes. *Quality and Reliability Engineering International*, Vol.15, p. 317-320.
- [11] Sun, J., Zhang, G. (2000.). Control charts based on the number of consecutive conforming items between two successive nonconforming items for the near zero-nonconformity processes. *Total Quality Management*, Vol.11, p. 235-250.
- [12] Woodall, W. H. (1997.). Control Charts Based on Attribute Data : Bibliography and Review. *Journal of Quality Technology*, Vol.29, p. 172-183.
- [13] Yang, Z., Kuralmani,V., Xie, M., Tsui, K.L. (2002.). On the Performance of Geometric Charts with Estimated Control Limits. *Journal of Quality Technology*, Vol.34, p. 448-458.