

O processo de inspeção da qualidade na produção de pás eólicas: proposta de ações de melhoria

A.S. Gomes¹, H. Alvelos², M.J. Rosa³

¹ DEGEIT, Universidade de Aveiro, anasofiagomes@ua.pt

² CIDMA & DEGEIT, Universidade de Aveiro, helena.alvelos@ua.pt

³ CIPES & DEGEIT, Universidade de Aveiro, m.ioao@ua.pt

1. INTRODUÇÃO

As empresas têm apostado cada vez mais na melhoria contínua dos seus processos, na inovação e na qualidade dos seus produtos e serviços, com o objetivo de se destacarem face à concorrência e alcançarem a satisfação dos seus clientes. É neste contexto que se percebe a crescente importância da monitorização dos processos nas empresas, que inclui a sua análise periódica, através da recolha de dados relativos ao seu desempenho, identificando, assim, oportunidades de melhoria. No entanto, a recolha e tratamento de dados relativos aos processos acarreta custos para as empresas, nomeadamente os associados ao tempo gasto com estas atividades, pelo que é fundamental que as mesmas ocorram apenas para os processos e características da qualidade que são críticos, e cujos valores apresentam, ao longo do tempo, uma variabilidade significativa e não compatível com os limites de especificação definidos para os mesmos.

Nesta comunicação, este problema é ilustrado recorrendo ao processo de produção de uma pá eólica, que, além de ser complexo e incluir muitas etapas, é também muito pouco padronizado. Estas particularidades fazem com que a probabilidade da ocorrência de erros de produção e o surgimento de não conformidades não seja desprezível, surgindo a necessidade de realizar um conjunto significativo de inspeções de qualidade, quer durante o processo de produção de uma pá, quer quando esta já se encontra pronta. No caso em estudo pretendia-se diminuir o número de inspeções atualmente realizadas no processo de acabamentos das pás eólicas, com o propósito de libertar inspetores para a realização de outras inspeções, nomeadamente aquelas que têm que ser realizadas ainda durante a produção das pás e que determinam o próprio avanço entre as diferentes etapas da produção. Para tal, foi realizado um seguimento de diferentes variáveis que caracterizam o processo de produção das pás e as próprias pás, com o objetivo de avaliar o seu comportamento face aos limites de especificação para elas definidos, e propor uma nova frequência de inspeções. De uma maneira geral, procurou-se mostrar, com base em evidências, que atualmente se realizam inspeções excessivas e que, muitas vezes, estas não acrescentam valor à produção das pás, já que demoram muito tempo e os seus resultados mostram, genericamente, a não existência de problemas de qualidade.

2. MÉTODOS

Com o objetivo de analisar as inspeções realizadas na empresa e perceber se a sua frequência é ou não excessiva, foram usados dados relativos a diferentes tipos de inspeções de um tipo específico de pá eólica, que se encontravam registados em papel. Estas inspeções correspondem a análises de sete características da qualidade das pás, medidas repetidamente nas diferentes zonas que constituem uma pá eólica e em várias distâncias na mesma pá. As distâncias de uma pá correspondem a várias localizações na mesma (“raios”) e têm como unidade o milímetro. Os dados das sete inspeções analisadas correspondem, assim, e no total, a 160 raios inspecionados (160 variáveis analisadas). Em particular pretendeu-se analisar as capacidades dos processos

responsáveis pela geração dos valores das variáveis inspecionadas, para poder decidir sobre a manutenção, ou não, das respetivas inspeções.

O primeiro passo consistiu na verificação, para cada uma das variáveis em análise, se os dados seguiam ou não distribuições normais. Nos casos em que os dados seguiam distribuições normais, começou-se por definir, para cada característica medida em cada raio (variável), o seu estado de controlo estatístico, calculando os limites de controlo e construindo as respetivas cartas de controlo de valores individuais e amplitudes móveis. Posteriormente, e com os processos sob controlo estatístico, procedeu-se ao cálculo dos índices de capacidade do processo. Tendo em consideração os valores obtidos para as diferentes capacidades de processo, foi efetuada uma proposta de redução das inspeções, quer no que se refere ao número de características inspecionadas, quer à frequência dessas mesmas inspeções. Seguidamente ilustra-se o procedimento adotado para o caso da inspeção à característica “cor”.

2.1. Análise da inspeção da cor

A cor é inspecionada através de um espectrofotómetro e é medida nas quatro zonas que constituem a pá eólica, num total de 7 raios, ou seja, uma pá terá um total de 28 medições da cor. A inspeção é realizada apenas por um inspetor do departamento de qualidade e o valor máximo que estas medições podem atingir é de 1,5 unidades, sendo este o limite superior de especificação e o único para esta característica. Foram realizados histogramas e testes de normalidade (Teste *Kolmogorov-Smirnov* com correção de *Lilliefors*) com a finalidade de verificar se os dados seguiam ou não distribuições normais. Concluiu-se que os dados referentes a 24 raios seguem distribuições normais e os dados referentes aos restantes quatro seguem distribuições não normais. Para os dados que seguem distribuições normais foram realizadas as cartas de controlo usando os dados recolhidos e, após verificar se havia pontos fora dos limites de controlo, estes foram eliminados, obtendo-se as cartas de controlo para o processo apenas sujeito a causas comuns de variação (exemplo apresentado nas Figuras 1 e 2). Com o processo no estado “sob controlo” foi calculado o C_{pk} (uma vez que a especificação da cor é unilateral) para todos os raios e respetivas zonas da pá.

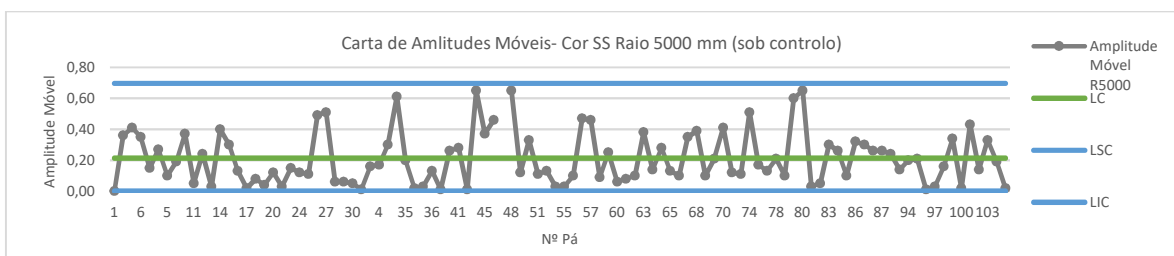


Figura 1 – Carta de controlo de amplitudes móveis, estado “sob controlo” (cor no raio 5000 mm, lado SS da pá).

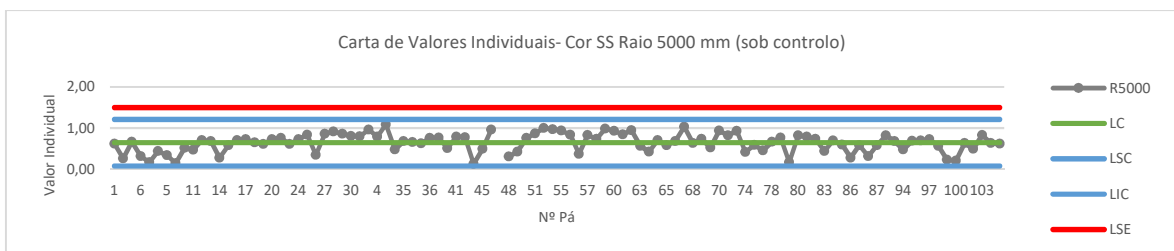


Figura 2 – Carta de controlo de valores individuais, estado “sob controlo” (cor no raio 5000 mm, lado SS da pá).

3. RESULTADOS

Após o cálculo dos índices de capacidade do processo verificou-se que os valores de C_{pk} são todos superiores a 1,25, o que indica que o processo é capaz relativamente a esta característica da qualidade. Também se verificou que todos os valores medidos para a cor (nas 4 zonas da pá e nos diferentes raios) se encontram abaixo do limite superior de especificação. A partir desta análise é possível concluir que a característica da cor poderá deixar de ser medida, ou que, pelo menos, se podem reduzir consideravelmente o número de medições, passando, por exemplo, a medi-la apenas em alguns raios da pá.

Relativamente às restantes características analisadas, os resultados apontaram, à semelhança do que aconteceu para a cor, para algumas possibilidades de redução do número de inspeções, nomeadamente para o caso do brilho, da rugosidade e da distância das *webs* às *caps* (duas das zonas que constituem as pás). Já no caso das características do *twist*, espessura e largura, o plano de inspeção atual deve manter-se uma vez que na maioria das localizações inspecionadas, os valores dos índices de capacidade do processo são inferiores a 1,25.

4. CONCLUSÕES

Este estudo permitiu concluir, com base na análise de dados sobre um conjunto de inspeções realizadas na empresa, que o número de inspeções feitas a algumas das características era excessivo, pelo que determinadas inspeções se tornavam desnecessárias, o que possibilitou a proposta de um plano de inspeções mais reduzido. Permitiu, também, perceber a importância de fazer o seguimento dos dados provenientes das inspeções que são, muitas vezes, apenas verificados no momento da medição, mas posteriormente não sofrem qualquer tipo de tratamento. Tendo em consideração a relevância do estudo efetuado, o objetivo futuro é aplicar esta análise a outras características das pás eólicas. Desta forma, será possível diminuir o número de inspeções feitas atualmente, e libertar os inspetores da qualidade para outras mais críticas, permitindo melhorar de uma forma contínua o processo de inspeção na empresa.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), no âmbito do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações (CIDMA), projeto UID/MAT/04106/2020, e do Centro de Investigação de Políticas do Ensino Superior (CIPES), projeto UIDB/00757/2020.

6. REFERÊNCIAS

Guimarães, Rui Campos, and José A. Sarsfield Cabral. 2007. ESTATÍSTICA. Segunda Ed. Porto: Mc Graw-Hill.

Montgomery, Douglas C. 2009. Introduction to Statistical Quality Control. 6th Editio. Arizona: WILEY.

Paladini, Edson Pacheco, Gregório Bouer, José Joaquim do Amaral Ferreira, Marly Monteiro Carvalho, Paulo Augusto Cauchick Miguell, Robert Wayne Samohyl, and Roberto Gilioli Rotondaro. 2012. Gestão Da Qualidade: Teoria e Casos. São Paulo: Elsevier Editora Ltda.

Pereira, Zulema Lopes, and José Gomes Requeijo. 2008. Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos. Lisboa: Prefácio.