

4

Conclusões

Nas indústrias de transformação, principalmente em uma usina siderúrgica, onde os processos de produção são complexos, torna-se difícil modelar o desenho do processo, o que acaba dificultando qualquer tentativa de implementar controle estatístico. Experiências variando o nível de um parâmetro de controle por vez e observando o seu efeito na variável resposta, não se mostraram bem sucedidas, pois o grande problema é identificar qual parâmetro é o mais importante e principalmente como estes se interagem. A necessidade de buscar respostas para as questões levantadas, conduz para utilização de novas técnicas e ferramentas estatísticas para tratamento dos diversos problemas encontrados em um ambiente referente as indústrias de transformação. No escopo deste trabalho, a escolha da técnica do planejamento de experimentos, mostrou ser bastante adequada para o estudo da variação da espessura dos aços especiais para fabricação de latas de duas peças “DWI”.

A escolha das variáveis relativas ao experimento e a escolha do experimento fatorial fracionado foram etapas importantes para execução do trabalho. Uma vez definidas as variáveis e o tipo do experimento, a execução do mesmo foi realizada com um volume expressivo de material (64 bobinas, 1280t), o que possibilitou uma massa de dados significativa para tratamento estatístico. Os resultados apontaram para os Modelos Lineares Generalizados com uma função de ligação exponencial e erros gama. Este ajuste foi necessário porque a variância da espessura não era constante, conforme descrito no Item 3.5.3. O modelo sugerido foi então testado para ser validado, foi executada uma nova rodada com (04) bobinas com os fatores ajustados no seu nível alto, conforme sugere o modelo codificado. Os resultado obtidos ficaram de acordo ao que sugere o modelo, mostrando este ser bem ajustado para o processo.

Ajustar os parâmetros nos níveis recomendados pelo modelo conferem ao processo robustez suficiente de tal maneira que mesmo nos casos onde ocorrerem oscilações das variáveis não controláveis, ainda assim a variável resposta estará

dentro das tolerâncias. Um outro ponto que deve ser destacado é que a técnica empregada para o estudo da espessura, economiza bastante tempo quando comparado com análises individuais das diversas variáveis controláveis do processo. Vale ressaltar ainda que esta técnica auxilia em revelar práticas operacionais que são adotadas no cotidiano e não percebidas com muita clareza pelo pessoal técnico.

Do ponto de vista da qualidade o planejamento de experimento proporcionou uma redução de aproximadamente 50% na variação da espessura do material, os limites de especificação acordados com o cliente permitem uma variação de $\pm 1.5\%$. Algumas vezes valores inferiores a 1% eram alcançados, entretanto, nos lotes posteriores nem sempre era possível reproduzir tal valor, as figuras A4.1, A4.2 e A4.3 (anexo) mostram as cartas de espessura para (03) lotes do produto. Após o experimento realizado e a validação do modelo foi possível reproduzir os resultados nos outros lotes. Atualmente estamos praticando uma variação de $\pm 0.40\%$ no trecho de estabilidade do processo que corresponde acima de 99% do comprimento total da bobina. Vale ressaltar que os benefícios alcançados neste produto que possui o requisito de tolerância de espessura mais restrito acabou trazendo melhoria na variação de espessura de todo mix de produtos que são processados neste laminador.

Pelo lado econômico o planejamento de experimentos proporcionou um considerável ganho, pois se acreditava que para alcançar as tolerâncias de espessura inferiores a $\pm 1.0\%$ seriam necessários investimentos em tecnologia de controle que certamente ultrapassariam a casa de alguns milhões de reais. O atendimento do mercado com os mesmos recursos disponíveis pode ser encarado como ganho em produtividade. Segundo Vicente Falconi, produtividade é a relação faturamento/custo, que são atribuídos a colocação do produto no mercado sem incremento nos custos de produção.

E finalmente a defesa do mercado através do fortalecimento da cadeia produtiva, pois ao reduzir a espessura do produto de 0.276 para 0.248mm foi possível disponibilizar maior quantidade em área para o mesmo volume em peso o que torna o produto mais competitivo frente aos sucedâneos. Portanto, o emprego de ferramentas de análise e experimentos tem um amplo campo dentro das indústrias de transformação. Especificamente na indústria siderúrgica os processos

apresentam uma grande quantidade de interações, sendo que os produtos têm características de qualidade que na sua grande maioria são mensuráveis, tornando-se assim um campo fértil para aplicação desta ferramenta.