

Controle de Qualidade no Processo de Lixamento de uma Indústria Moveleira

Matheus de Lima Goedert (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) matgoedert@gmail.com
Larissa Sonda Rigon (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) larissasondarigon@hotmail.com
Marina Moreira Cunha (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) mmcunha_@hotmail.com
Neusa Idick Scherpinski (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) neusascherpinski@gmail.com

Resumo:

O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em uma indústria de móveis localizada no município de Medianeira, no oeste do Paraná, com o intuito de analisar o controle de qualidade no processo de pintura de cadeiras de madeira produzidas por esta. Para isso, utilizou-se dados fornecidos pelo setor de engenharia da própria empresa, a partir dos quais foi realizada uma análise estatística completa e, com isso, pode-se comparar a ocorrência de cada tipo de defeito durante o período de tempo analisado, sendo que o Mal Lixado foi o que apresentou maior ocorrência, com uma média diária de 19,24 cadeiras. Como todos os tipos de defeitos apresentaram pontos discrepantes, essas variáveis não tendem à normalidade, portanto, atendem aos padrões de qualidade da empresa. Contudo, o Controle Estatístico do Processo (CEP) proposto mostrou que existem pontos acima do limite estabelecido, que devem ser corrigidos. As análises de variância, bem como as comparações de média (Tukey e Fisher), comprovaram que o Mal Lixado é o maior defeito na etapa de Lixamento. Pôde-se concluir, ainda, que esta ocorrência se dá de forma aleatória e independente de fatores externos ao processo.

Palavras chave: Estatística, Móveis, Cadeiras, Inspeção.

Quality Control in the Grinding Process of a Furniture Industry

Abstract:

The present study presents a research in a furniture industry in Medianeira, which is located in western Paraná, in order to analyze the quality control in the wooden chairs grinding process produced by this. Data provided by the company's own engineering department were applied to develop a complete statistical analysis, in which it was possible to compare the occurrence of each kind of defect during the analyzed period. It was also possible to conclude that the defect "badly grinded" showed the biggest frequency, with a daily average of 19,24 chairs. As all kind of defects presented discrepant points, these variables do not tend to normality, which meets the company's quality standards. However, the Statistical Process Control (SPC) proposed showed that some points are above the limit, so it should be corrected. The analysis of variance and the average comparisons (Tukey and Fisher tests) proved that the badly grinded is the largest defect in the grinding process. Lastly, it was also possible to conclude that these events occur randomly and independently of external factors to the process.

Key-words: Statistics, Furniture, Chair, Inspection.

1. Introdução

A indústria moveleira, considerada uma atividade tradicional, apresenta grande importância para a economia brasileira, principalmente pela sua capacidade de geração de empregos. No

Brasil existem aproximadamente 19.753 empresas, lotadas principalmente nas regiões sul e sudeste, que geraram em 2014 aproximadamente 327,5 mil empregos (MOVERGS, 2015).

Considerada uma das atividades mais antigas do mundo, a produção de móveis era inicialmente realizada por carpinteiros e artesãos, que, a partir da revolução industrial, passaram a utilizar máquinas e ferramentas com o intuito de facilitar o trabalho e acelerar o ritmo de produção. O avanço tecnológico proporcionou a padronização dos produtos e favoreceu a produção em escala, sendo que, atualmente, o setor conta com uma tecnologia de produção consolidada e amplamente difundida. Além das inovações tecnológicas, destacam-se ainda as inovações organizacionais do setor moveleiro, em busca da melhoria contínua de seu processo produtivo (FERREIRA et al., 2008).

Neste contexto, insere-se o conceito de Gestão da Qualidade, que, de acordo com Paladini (1998), refere-se ao conjunto de estratégias adotadas visando produzir qualidade em processos, produtos e serviços. Algumas destas estratégias já eram praticadas de forma empírica pelos artesãos, que mantinham seu foco no produto. Contudo, foi com o advento da industrialização, e por conseguintes ganhos de escala, que este conceito se expandiu, passando a ser tratado como prioridade nos parques fabris, principalmente pela necessidade de padronização.

No mundo moderno, em um cenário de concorrência acirrada proveniente da economia globalizada, pode-se afirmar que os conhecimentos relacionados à qualidade ampliaram seus horizontes pensando além do produto. Neste sentido, Garvin (1987 *apud* CARVALHO, 2012) classificou cinco abordagens distintas da qualidade: transcendental, baseada no produto, baseada no usuário, baseada na produção e baseada no valor.

Diante disso, vale salientar que, neste estudo, a qualidade será abordada com base no produto, em que, segundo Teboul (1991), faz-se “necessário que exista algo mais ao produto, que nos fará escolher este ao invés de outro”; com base no usuário, que, de acordo com Juran (1974 *apud* CARVALHO, 2012), enfoca na satisfação das necessidades do consumidor; e com base na produção, relacionada às práticas de engenharia e da produção, em que a qualidade é considerada uma variável precisa e mensurável. Esta última é muito importante do ponto de vista do controle dos processos, principalmente pela utilização de métodos estatísticos.

O Controle Estatístico de Processos (CEP), segundo Paladini (1998), é “qualquer conjunto de condições ou causas que, agindo juntas, geram um dado resultado”. O objetivo básico deste é conhecer o processo em estudo. Além do mais, os mecanismos do CEP envolvem técnicas que analisam as alterações no processo produtivo, visando determinar sua natureza e a frequência com que ocorrem. Por fim, as análises dessas alterações são feitas por mensuração de variáveis do processo.

Sendo assim, a presente pesquisa propôs analisar, com base no CEP, o controle de qualidade realizado na etapa de Lixamento da produção de cadeiras em madeira, produzidas em uma fábrica de móveis de alto padrão, lotada na região oeste do Paraná.

2. Metodologia

Do ponto de vista da abordagem do problema, este estudo pode ser considerado uma Pesquisa Quantitativa, pois busca analisar os dados numéricos por meio de recursos e técnicas estatísticas. Portanto, a primeira etapa realizada foi o levantamento documental dos dados, os quais foram fornecidos pela fábrica em questão. Através do setor de Engenharia, a empresa mantém um banco de dados com informações referentes a produtividade e inconformidades identificadas em produtos ao longo de todo o processo produtivo.

Contudo, sob orientação da empresa, optou-se por estudar a etapa de Lixamento das cadeiras, pelo fato de ainda não apresentar nenhum tipo de análise dos dados obtidos por meio de um

ponto de inspeção de qualidade antes da etapa de Acabamento (pintura). Além disso, de acordo com o Engenheiro responsável, esta é uma etapa de extrema importância para a qualidade, tanto do produto, quanto do processo, haja vista que o Lixamento prepara a superfície da madeira para receber o acabamento, que representa uma expressiva parcela do custo de produção.

De posse dos dados, estes foram organizados em uma planilha no software Microsoft Excel, sendo que, posteriormente, foram criadas tabelas para correlacionar as variáveis desejadas e, a partir destas, os gráficos necessários para a análise estatística do caso.

Os testes de homocedasticidade foram realizados tanto para os dados originais, como para as transformações de dados $\ln |x+1|$, raiz quadrada de (x) , $1/(x+1)$; e, também, pelo valor de $F_{\text{máximo}}$, obtido pelo quociente entre a maior e a menor variância.

Por fim, foram realizados os testes de Tukey e Fisher, bem como análise de variância (ANOVA) e regressão, os quais permitiram extrair conclusões sobre o controle de qualidade da empresa. Nestas análises e demais gráficos, foram utilizados ainda os programas computacionais Action, e Minitab.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise Exploratória

A seguir, encontra-se uma análise estatística descritiva dos tipos de defeitos em estudo (Batido, Mal Lixado e Rachado), conforme Tabela 1, onde pode-se perceber que, nas comparações entre as medidas de posição, o tipo de defeito Mal Lixado foi o que apresentou maior variação (maior amplitude). Além disso, este defeito foi o que apresentou maior média, mediana, bem como moda dentre todos.

Análise	Defeito		
	Quantidade	Percentual	Rachado
Média	0,328	19,240	1,977
Desvio Padrão	3,325	122,325	12,148
Variância	555,68	57,48	176,32
Mínimo	0,000	3,000	0,000
Primeiro Quartil	0,000	10,500	0,000
Mediana	0,000	17,000	0,000
Terceiro Quartil	0,000	25,000	3,000
Máximo	19,000	53,000	21,000
Moda	0	8	0
Assimetria	8,93	0,86	2,73
Curtose	88,67	0,36	9,09

Tabela 1 – Estatística descritiva para os defeitos.

O coeficiente de variação é dado pela fórmula: $CV = [(desvio\ padrão)/média] \times 100$. Sendo assim, é possível calcular o mesmo para cada tipo de defeito, obtendo-se: batido: $CV = 1013,71\%$; mal lixado: $CV = 635,78\%$; rachado: $CV = 614,46\%$. Com base nesses dados, conclui-se que todos os tipos de defeito apresentam variabilidade muito alta, sendo que o batido é o que possui a maior variabilidade dentre todos.

Com relação à assimetria, tem-se que os tipos de defeitos batido e rachado apresentam simetria positiva, enquanto que o mal lixado apresenta simetria normal tendendo à positiva.

Por fim, realizando uma análise da curtose, tem-se que os defeitos batido e rachado apresentam distribuição leptocúrtica, o que, provavelmente, deve-se ao fato de que se trata de uma amostragem grande. Por outro lado, a distribuição do defeito Mal Lixado pode ser considerada mesocúrtica, ou seja, normal.

Além disso, foi realizada uma análise gráfica acerca dos dados quantitativos referentes ao controle de qualidade do processo de Lixamento de cadeiras fabricadas em madeira, sendo que os resultados estão dispostos nos Gráficos 1 ao 6, abaixo

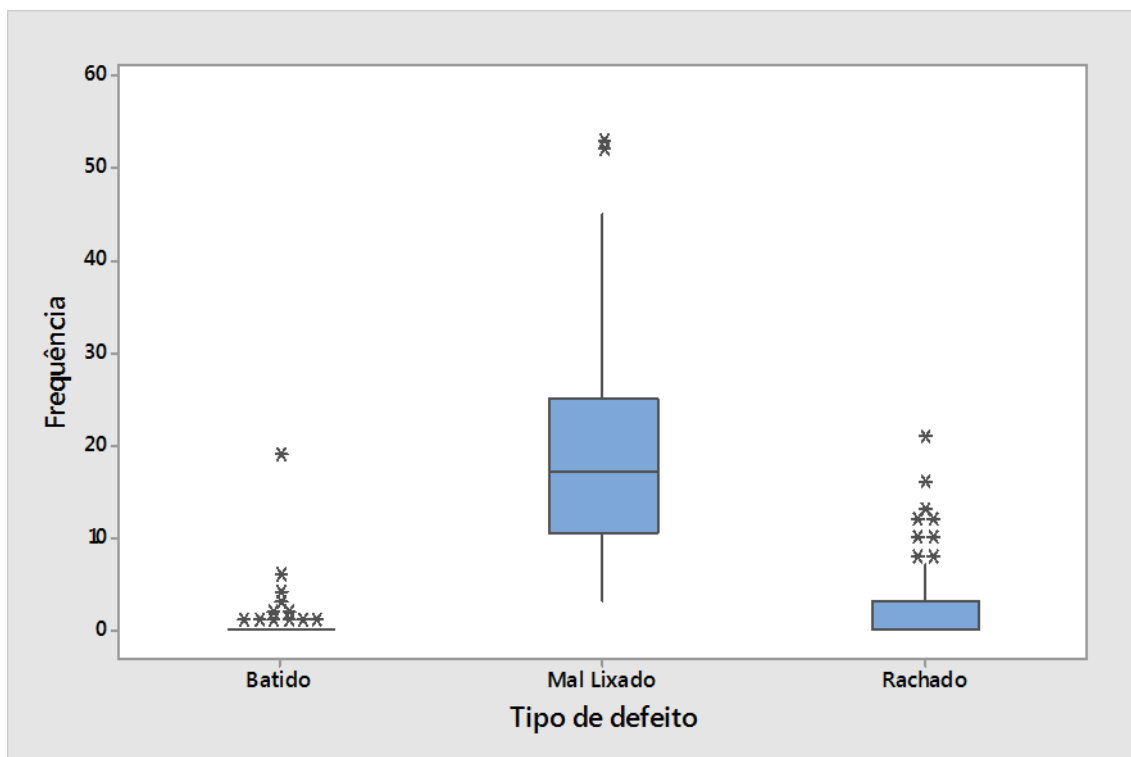


Gráfico 1 – Boxplot de cada tipo de defeito.

Observando o Gráfico 1, pode-se perceber que o tipo de defeito que apresentou maior variação foi o mal lixado. Por outro lado, o defeito rachado apresentou menor variação, maior quantidade de pontos discrepantes e uma certa regularidade na distribuição dos mesmos, enquanto que o defeito batido apresentou apenas pontos discrepantes sem devida regularidade.

Assim, é possível concluir que, como todos os tipos de defeitos apresentaram pontos discrepantes, essas variáveis não tendem à normalidade e, portanto, atendem aos padrões de qualidade do Controle Estatístico de Processos (CEP) da empresa.

O Gráfico 2, referentes a quantidade de defeito pela data, explicita que o defeito mal lixado é o que mais ocorre durante o período de tempo considerado, seguido pelo rachado e, então, pelo batido, sendo que este último praticamente não ocorre em vários dias nos quais foi realizado o controle de qualidade. Os dados do gráfico estão dispostos na forma de “nuvem de pontos”, ou seja, de maneira distribuída, indicando que, provavelmente, não há fatores externos atuando sobre o processo de Lixamento das cadeiras. Logo, é possível concluir que o controle estatístico de processo se encontra nos conformes dos padrões da empresa.

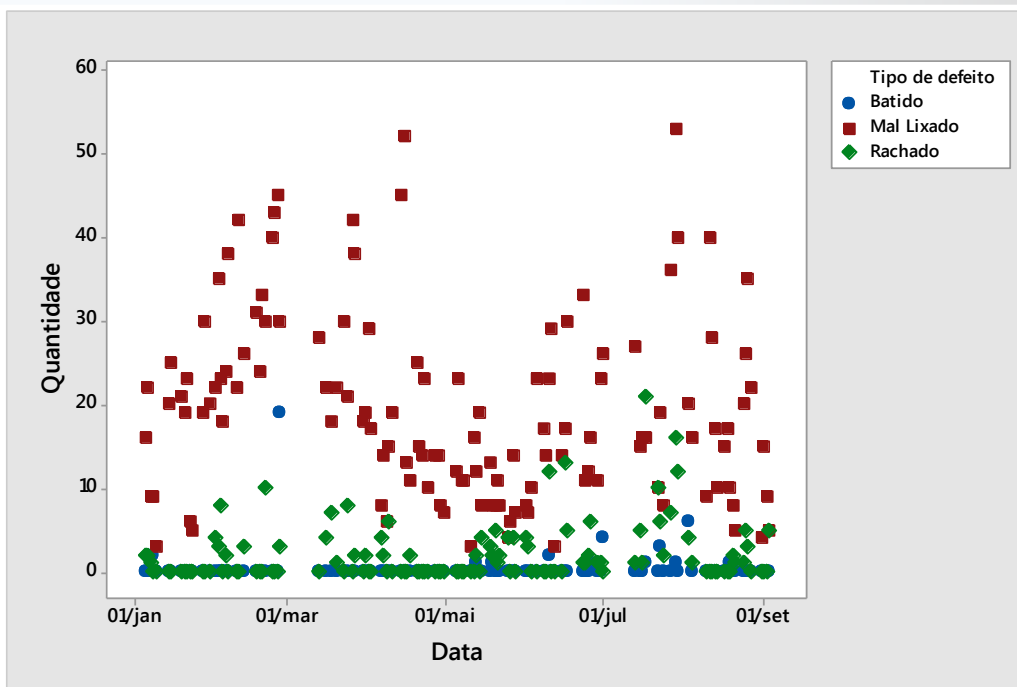


Gráfico 2 – Gráfico de dispersão da quantidade de defeito pela data.

Conforme análise dos Gráficos 3, 4 e 5, pode-se notar que, para todos os tipos de defeitos, a maior frequência de ocorrência dos mesmos se deu em quantidades baixas, ou seja, poucos defeitos em um único dia ocorreram com maior frequência do que muitos defeitos.

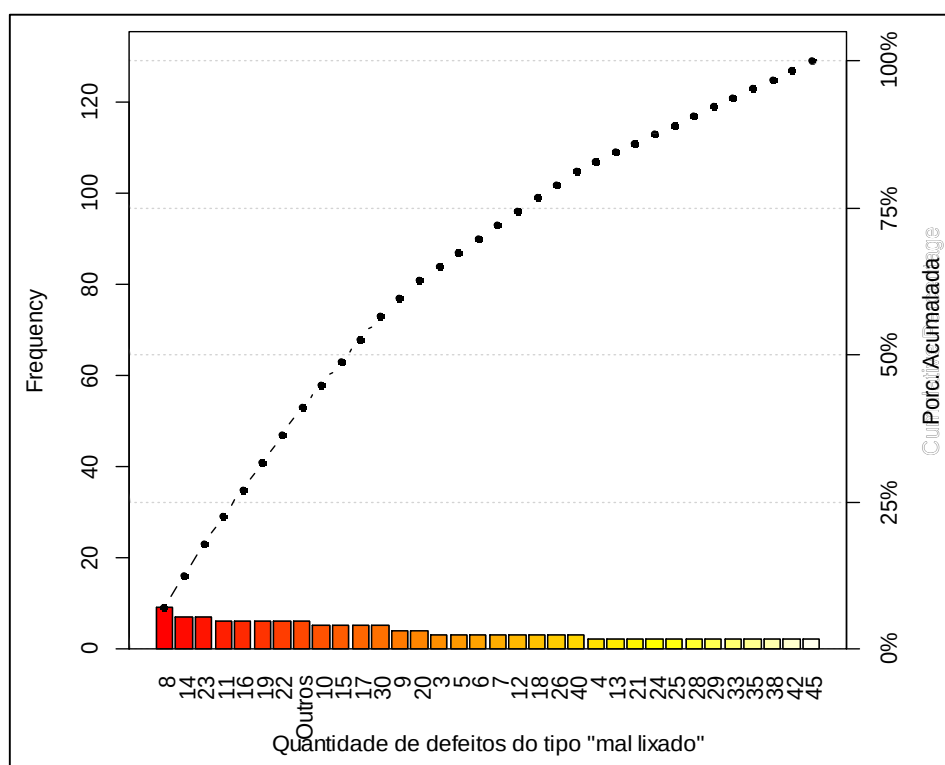


Gráfico 3 – Gráfico de Pareto para o defeito mal lixado.

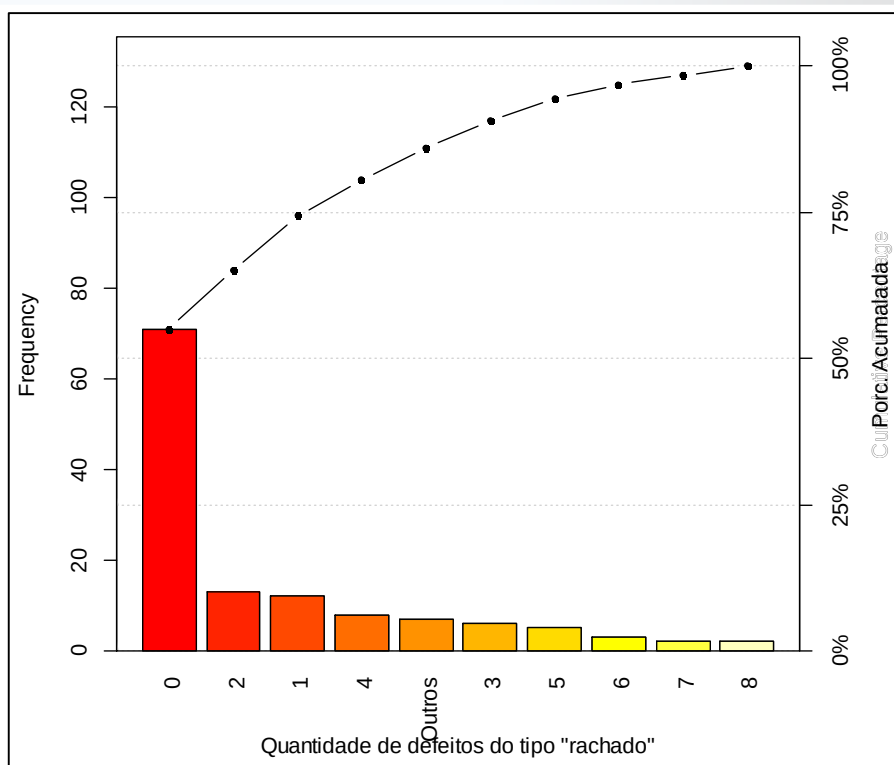


Gráfico 4 – Gráfico de pareto para o defeito rachado.

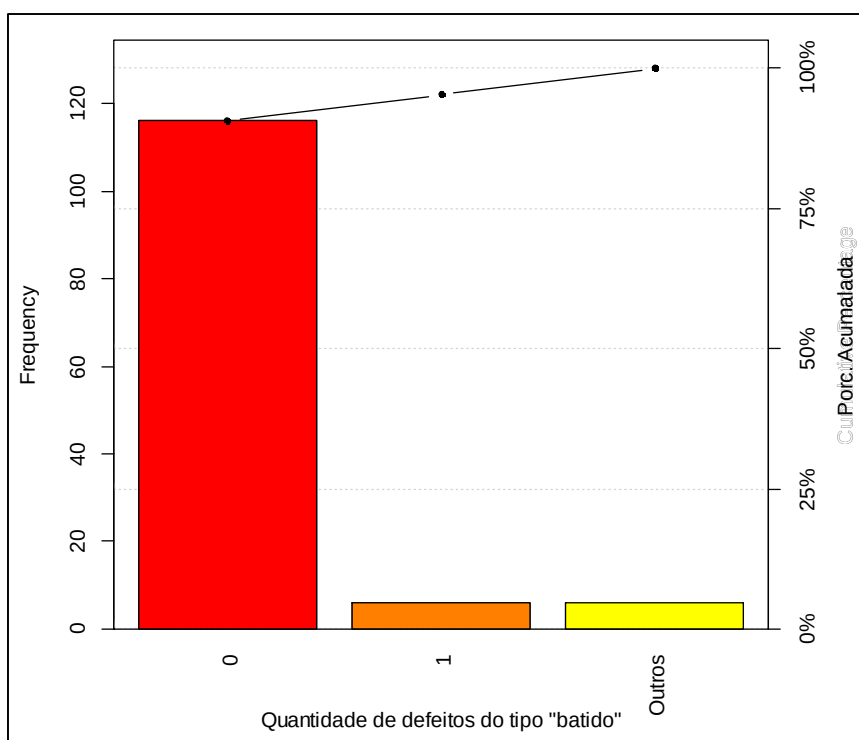


Gráfico 5 – Gráfico de pareto para o defeito batido.

3.2. Controle Estatístico do Processo

Ainda com o intuito de realizar uma análise acerca do controle de qualidade do processo de Lixamento das cadeiras em madeira, foi utilizada outra ferramenta estatística, o Controle Estatístico de Processo (CEP), o qual foi feito para cada tipo de defeito separadamente,

conforme segue abaixo.

Com base no Gráfico 6, pode-se notar que há três pontos acima do limite superior, ou seja, fora do intervalo de controle. Além disso, existem dois pontos que se encontram sob o limite superior.

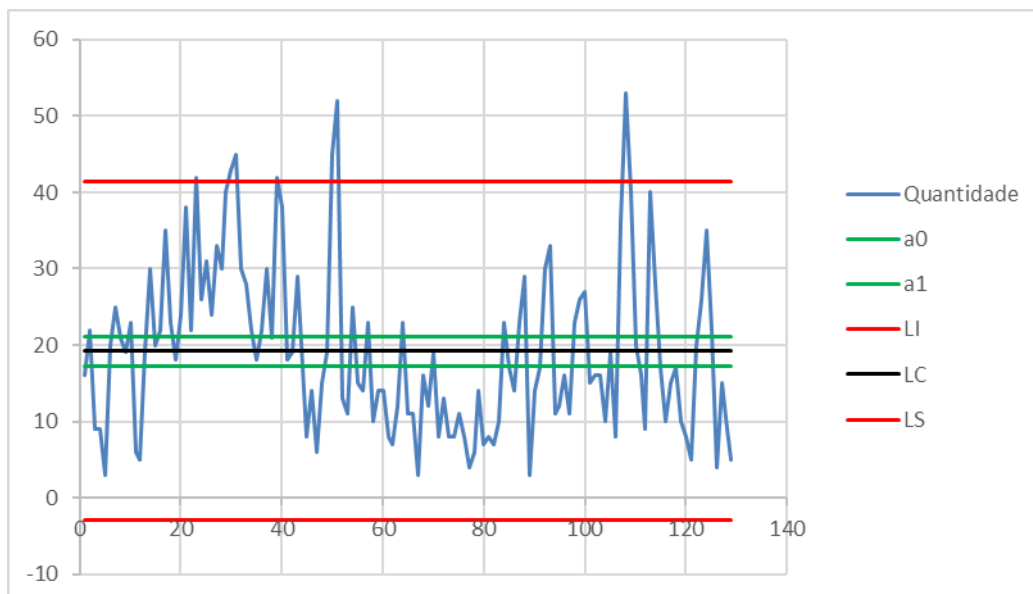


Gráfico 6 – Gráfico de controle para o tipo de defeito mal lixado.

O Gráfico 7, por sua vez, indica que o defeito rachado apresentou cinco pontos acima do limite superior (fora do intervalo de controle) e dois pontos próximos a este limite.

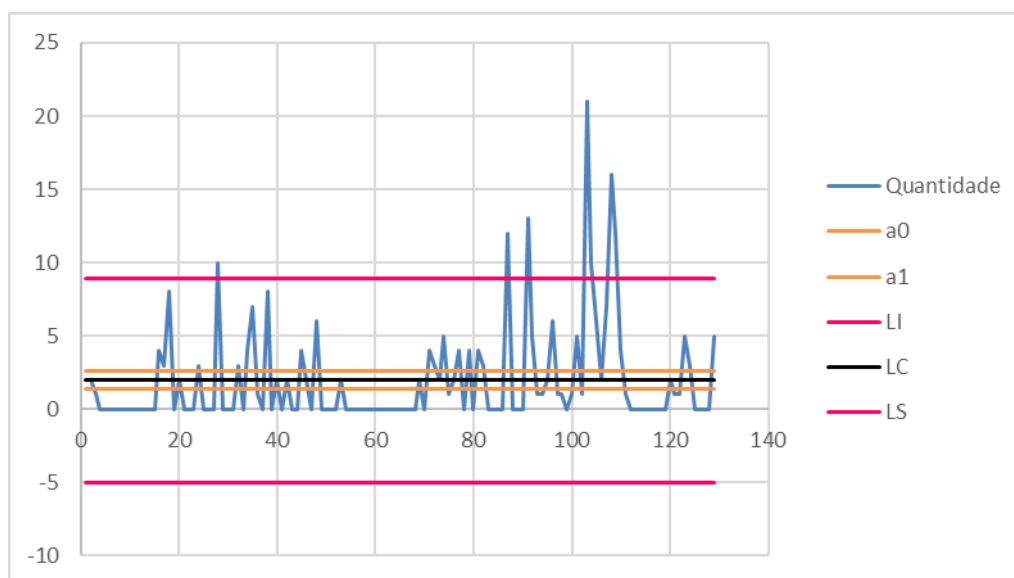


Gráfico 7 – Gráfico de controle para o tipo de defeito rachado.

A análise do Gráfico 8 permite concluir que o defeito batido apresenta apenas dois pontos acima do limite superior de controle, bem como apenas um ponto sob este limite. Além do mais, nota-se que a maioria dos outros pontos se encontram próximos ao limite central.

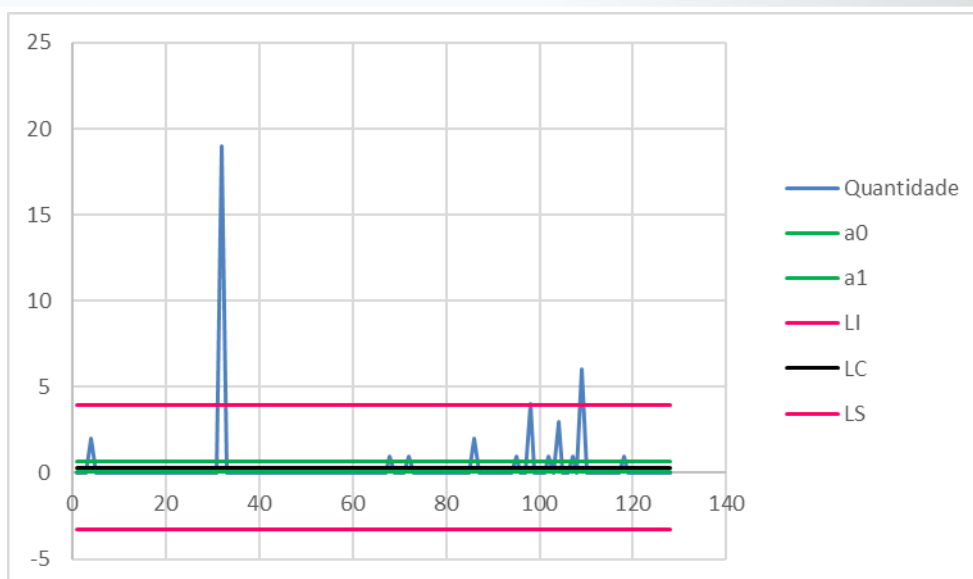


Gráfico 8 – Gráfico de controle para o defeito batido

Desta maneira, pode-se concluir que, para todos os tipos de defeitos, apesar de haver baixos índices de inconformidades, o processo não está totalmente controlado, uma vez que há pontos fora dos limites superiores de controle. Esse fato indica que é necessário realizar medidas corretivas para regularizar o processo de Lixamento das cadeiras.

3.3. Análise de Variância

Com o objetivo de comparar os tratamentos e avaliar a significância do modelo, foi realizada a análise de variância (ANOVA), como mostram as Tabelas 2 e 3.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Frequência
Tratamentos	2	28265	14132,5	306,94
Resíduos	383	17635	46	-
Total	385	45900	-	-

Tabela 2 – Análise de Variância

A análise de variância, representada pela Tabela 2, apresentou diferenças significativas entre as médias ao relacionar as quantidades de ocorrência de cada tipo de defeito apresentado no controle de qualidade do Lixamento das cadeiras. Considerando que o valor de F é maior que $F_{crítico}$ ($F_{crítico}=3$), rejeita-se H_0 , portanto, pode-se concluir e afirmar que as diferenças entre as médias dos defeitos rachado e batido, se comparadas à média do mal lixado, foram significativas.

A Tabela 3 (abaixo) apresenta a comparação das médias pelos métodos de Tukey e Fisher, os quais ressaltam as diferenças entre as médias de cada tipo de defeito apresentado nas cadeiras quando do controle de qualidade.

Tipo de defeito	Média	Tukey	Fisher
Mal lixado	19,24	A	A
Rachado	1,977	B	B
Batido	0,328	B	B

Tabela 3 – Comparação de média entre os tipos de defeitos.

Conforme a Tabela 3, pode-se notar que não houve diferença significativa entre os tipos de defeito rachado e batido (ou seja, suas médias não se diferem significativamente), apenas entre o mal lixado com relação aos demais, sendo que o mesmo apresentou média muito superior ao batido e ao rachado. Portanto, pode-se concluir que o tipo de defeito Mal Lixado é o maior problema da empresa quanto à ocorrência de defeitos, e, por isso, necessita uma atenção especial, bem como medidas para resolver o problema.

A análise de resíduos apresentou independência, no entanto não apresentou normalidade, o que já era de se esperar, uma vez que o processo de Lixamento independe de fatores externos e, caso houvesse normalidade, o mesmo provavelmente possuiria erros e vícios.

Os testes de homocedasticidade indicaram que os resíduos não são homocedásticos. Assim sendo, propõe-se uma coleta de dados mais detalhada e melhor controlada por parte dos responsáveis. No entanto, outro fator que pode ter contribuído para a não homocedasticidade dos dados é o fato de que há diferenças significativas entre a ocorrência de determinados tipos de defeito; por exemplo, o mal lixado ocorre com bastante frequência, enquanto o batido e o rachado ocorrem com frequências menores.

3.4. Análise de Regressão

A análise de regressão não foi apresentada no presente artigo, conforme era esperado, uma vez que, se o processo de produção está parcialmente controlado, a quantidade de defeitos não tem correlação com os dias da semana em que os mesmos foram observados, tampouco com outros fatores externos, o que pode ser comprovado pelo coeficiente de correlação menor que 60%.

Os resultados obtidos pela análise de regressão de cada tipo de defeito estão anotados na Tabela 4 abaixo, na qual se relacionou a data com a quantidade de defeitos apresentada.

Item	Quantidade
Mal lixado	-0,18522
Batido	-0,0916
Rachado	0,197277

Tabela 4 – Análise de regressão.

4. Conclusão

Pode-se concluir, através do presente trabalho, que o controle de qualidade do processo de Lixamento das cadeiras fabricadas pela empresa em questão pode ser considerado eficaz, pois é possível notar que os defeitos não ocorrem com dependência de fatores externos, não há vícios nem tendências neste processo.

Com base na Análise de Variância, notou-se que um defeito não interfere na ocorrência dos demais. Além disso, foram obtidos os resultados desejados quanto à normalidade e homocedasticidade dos dados, uma vez que os mesmos não atenderam estes requisitos, o que era esperado justamente pelo fato de que os defeitos não ocorrem com dependência de algum fator.

Por fim, notou-se que o maior problema da empresa quanto ao processo de Lixamento das cadeiras é o defeito mal lixado, que ocorreu com maior frequência durante o período de tempo analisado, indicando que são necessárias atitudes para o corrigir e controlar. No entanto, a ocorrência de defeitos encontra-se controlada se comparada ao volume de produção da empresa.

Referências

CARPINETTI, Luiz C. R. *Gestão da Qualidade: Conceitos e técnicas*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, Marly M. de; PALADINI, Edson P. *Gestão da Qualidade: Teoria e Casos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

FERREIRA, Marcos J. B.; GORAYEB, Daniela S.; ARAÚJO, Rogério D.; MELLO, Carlos H.; BOEIRA, Jorge L. F. *Relatório de acompanhamento setorial: Industria Moveleira*. Vol. 1, Campinas: ABDI/Unicamp, 2008.

MOVERGS. *Relatório setorial 2015 polo moveleiro do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <http://www.movergs.com.br/img/arquivos/movergs/dados-movergs_147.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2016.

PALADINI, Edson P. *As bases históricas da Gestão da Qualidade: a abordagem clássica da Administração e seu impacto na moderna Gestão da Qualidade*. *Gestão e Produção*. Vol. 5, n.3, p.168-186, 1998.

TEBOUL, JAMES. *Gerenciando a Dinâmica de Qualidade*. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1991.