

AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE CORTE DE CHAPAS DE ALUMÍNIO NA PRODUÇÃO DE AERONAVES LEVES DA AEROBRAVO

PAULA, Clécio Arcanjo de¹, BRAGA, Luiz Bandeira de Mello², MELO, Bruna Dalariva
Rocha³, HOMEM, Fabio⁴, PEREIRA, Guilherme Valadares⁵

^{1,2,3,4,5} Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Curso de Engenharia de Produção, Brasil.

*Autor Correspondente: capjana@gmail.com.

RESUMO

Esta pesquisa pretende estudar a eficiência do processo de corte de chapas de alumínio na produção de aeronaves leves da Areobravo. O estudo foi iniciado definindo os pontos-chave da produção atual e suas deficiências, onde será realizado mapeamento do processo, identificação de gargalos e mensuração de perdas do processo produtivo. Com os devidos dados consolidados, pretende-se propor a redução ou até mesmo eliminação de desperdícios e, finalmente, avaliar os ganhos e resultados. O presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa, pois será aqui analisada a eficiência do processo de corte, de chapas de alumínio para a produção de Aeronaves Leves Esportivas na Aerobravo, em Belo Horizonte – MG, visto que, a empresa busca reduzir desperdícios, e assim alcançar melhor eficiência e aumentar a capacidade produtiva da empresa.

Palavras chave: Produtividade. Eficiência. Aeronaves. Corte de chapas.

ALUMINUM PLATES CUTTING PROCESS EFFICIENCY IMPROVMENTS AT AEROBRAVO LIGHT AIRCRAFTS PRODUCTION

ABSTRACT

This research intends to study the efficiency of the aluminum plates cutting process in the production of light aircraft at Areobravo. The study was initiated defining the key points of current production and its deficiencies, where it will be carried out process mapping, identifying bottlenecks and measuring losses of the productive process. With the appropriate consolidated data, it is proposed the reduction or even elimination of waste and finally to evaluate the gains and results. The present study can be classified as a qualitative research, because it will be analyzed here the efficiency of the process of cutting aluminum plates for the production of Light Aircraft in Aerobravo, in Belo Horizonte - MG, since the company seeks to reduce wastes, and thus achieve better efficiency and increase the productive capacity of the company.

Keywords: Productivity. Efficiency. Aircraft. Cutting of plates.

INTRODUÇÃO

Considerada como uma opção de transporte, a aviação experimental vem conquistando cada vez mais adeptos no Brasil e no mundo. Pode-se dizer que se encontra em um mercado globalizado, devido às inúmeras empresas brasileiras e internacionais, enquadradas no ramo de Fabricação de Aeronaves Leves (ABREU, 2002).

Em agosto de 2015, o Brasil contava com 20 empresas brasileiras que se dedicam à fabricação desse tipo de produto, classificadas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2016).

A regulamentação da fabricação, das aeronaves leves, segue regras mais brandas do que aquelas que regem a fabricação de aviões homologados, mas com o aumento de competitividade no setor, houve consequente aumento na exigência de qualidade dos produtos fabricados (AEROBRAVO, 2016).

De janeiro a agosto de 2016 foram vendidas 13 aeronaves pela Aerobravo. Segundo dados da companhia, esse número já chegou a 30 no mesmo período em anos anteriores. Sendo assim, é necessário aumentar a eficiência de seus processos produtivos, para que ela se torne mais competitiva, saudável e com maior probabilidade de se manter no mercado (AEROBRAVO, 2016).

Constatou-se que, a Aerobravo possuía baixa eficiência na movimentação de recursos, no processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico, utilizadas para fabricar a estrutura metálica das Aeronaves Leves Esportivas. Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa foi aumentar a eficiência desse processo.

Assim, pode-se levantar a seguinte questão: Como melhorar a eficiência do processo de corte de chapas de alumínio para a produção de Aeronaves Leves Esportivas da Aerobravo?

De uma forma geral, o presente estudo de caso proporcionou a oportunidade de se analisar o processo produtivo, de uma empresa de fabricação de aeronaves leves e, também os propiciou aos pesquisadores praticar técnicas vistas no Curso de Engenharia de Produção, na análise e busca de soluções para um problema real.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Eficiência e eficácia

Os conceitos de eficiência e eficácia nem sempre são bem entendidos e são fundamentais na gestão de uma empresa. O monitoramento, da eficiência e eficácia dos processos, leva a empresa a analisar e melhorar seus processos de negócio.

Peter Drucker, o pai da Administração moderna, define os termos da seguinte forma, “a eficiência consiste em fazer certo as coisas: geralmente está ligada ao nível operacional, como realizar as operações com menos recursos – menos tempo, menor orçamento, menos pessoas, menos matéria-prima, etc. Já a eficácia consiste em fazer as coisas certas: geralmente está relacionada ao nível gerencial” (DRUCKER, 2011, p. 51).

A ISO 9000:2015 define eficácia como "extensão na qual as atividades planejadas são realizadas e os resultados planejados, alcançados", e eficiência como "relação entre o resultado alcançado e os recursos usados". As normas, de gestão da qualidade certificáveis (ISO 9001 / API Q1 / API Q2), focam apenas na eficácia dos processos, porque é isso que interessa ao cliente: que os requisitos estabelecidos (os objetivos) sejam alcançados (DRUCKER, 2011).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa é um estudo de caso, do tipo exploratório, de natureza qualitativa e quantitativa.

O universo, considerado foi a empresa Aerobravo, atuante no mercado brasileiro de aviação leve, situada em Belo Horizonte – MG, onde fabrica e vende aeronaves leves, na forma de *kit* ou prontas para voo, além de comercializar peças de reposição e serviços de manutenção dessas aeronaves e motores. A empresa funciona em um hangar de 1.000 m², localizado no Aeroporto Carlos Prates. A amostra tomada foi o processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico.

Limitações

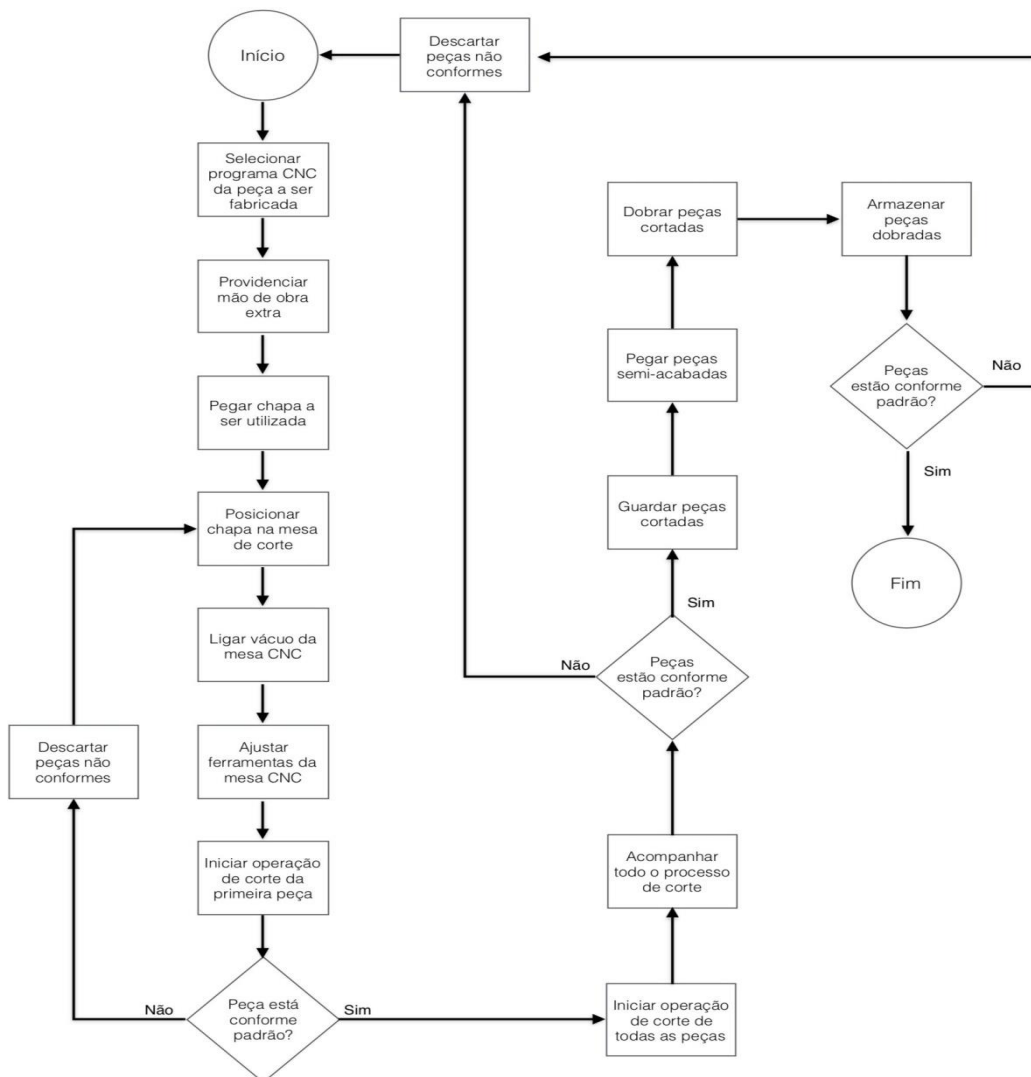
No que diz respeito a esta pesquisa, pelo fato da mesma ser baseada em um estudo de caso, há impossibilidade de generalização de métodos e resultados que poderão ser obtidos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Mapeamento do processo

Foi utilizado um fluxograma, para mapear as etapas, do processo de corte e dobra de chapas de alumínio, conforme Figura 1.

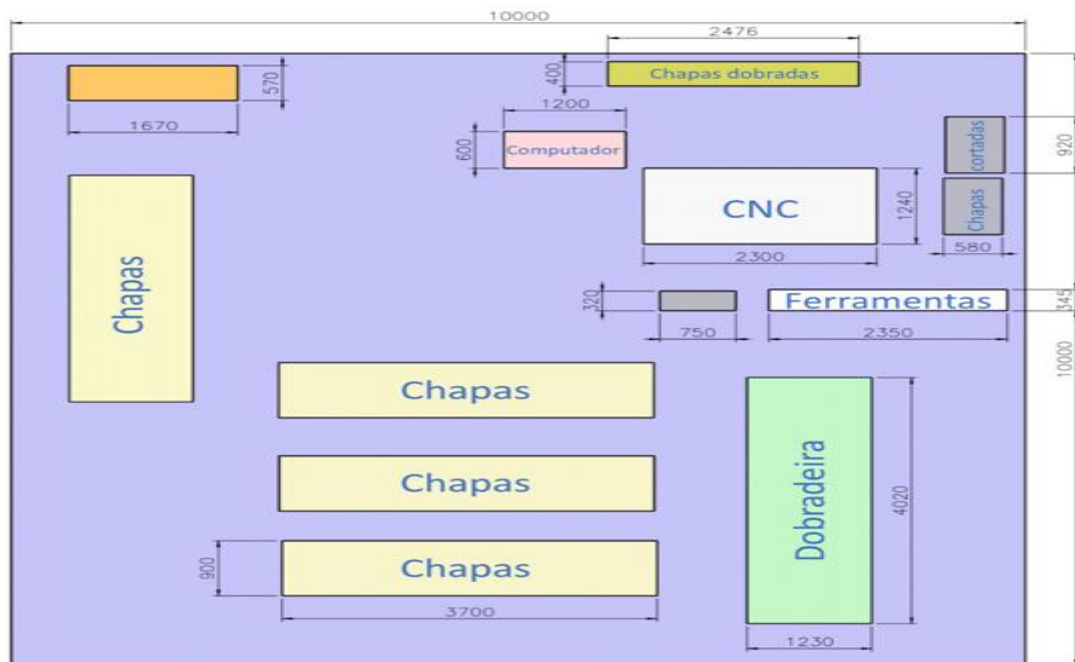
Figura 1 – Fluxograma do processo.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Através de um *layout* 2D foi possível representar a organização do arranjo físico, ilustrando assim, o posicionamento de máquinas, ferramentas e matéria-prima. O *layout* do referido processo de corte, de chapas de alumínio aeronáutico, pode ser visto na Figura 2:

Figura 2 – Layout atual.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Escala 1:50

Os elementos que constituem o processo, de corte e dobra de chapas de alumínio, são descritos a seguir:

- **CNC:** máquina utilizada para cortar as chapas de alumínio;
- **Chapas:** estoque de chapas de alumínio para corte;
- **Computador:** computador que contém os projetos das peças de alumínio e o programa que controla a máquina de corte CNC;
- **Ferramentas:** armário que armazena as ferramentas utilizadas para cortar as chapas na mesa de corte CNC;
- **Chapas cortadas:** estoque de chapas cortadas, ou seja, produtos semi-acabados;
- **Dobradeira:** máquina utilizada para dobrar as chapas que já estão cortadas;
- **Chapas dobradas:** estoque de chapas dobradas, ou seja, produtos semi-acabados.

Para calcular a eficiência do *layout*, as distâncias entre os setores do processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico, bem como, o número de viagens, entre os mesmos, foram medidas e utilizadas em um diagrama “de-para”.

Quadro 1 – Número de viagens.

Número de Viagens (por chapa)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			2	1	3		
Chapas	1						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	3	1					
Armário de peças cortadas						1	
Dobradeira							1
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Quadro 2 – Distância entre setores.

Distância Entre Setores (em metros)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			0,91	5,24	1,83		
Chapas	5,55						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	2,06	6,04					
Armário de peças cortadas						8,28	
Dobradeira							9,72
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Quadro 3 – Distância total percorrida.

Distância Total Percorrida Entre Setores (em metros)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			1,81	5,24	5,88		
Chapas	11,11						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	6,19	6,04					
Armário de peças cortadas						8,28	
Dobradeira							9,72
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O resultado, da eficiência do *layout*, foi calculado pela fórmula $\sum F_{ij} \times D_{ij}$, onde:

F_{ij} é o número de viagens feitas entre os setores i e j ;

D_{ij} é a distância percorrida entre os setores i e j .

Verificou-se que, a eficiência do *layout* do processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico era de 63,39 metros de movimentação, relacionada aos recursos no processo analisado.

Identificar as causas que geram ineficiência nesse processo

A ferramenta 5 Por Quês foi utilizada, para encontrar a causa da ineficiência no arranjo físico, do processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico:

Quadro 4 – 5 Por quês.

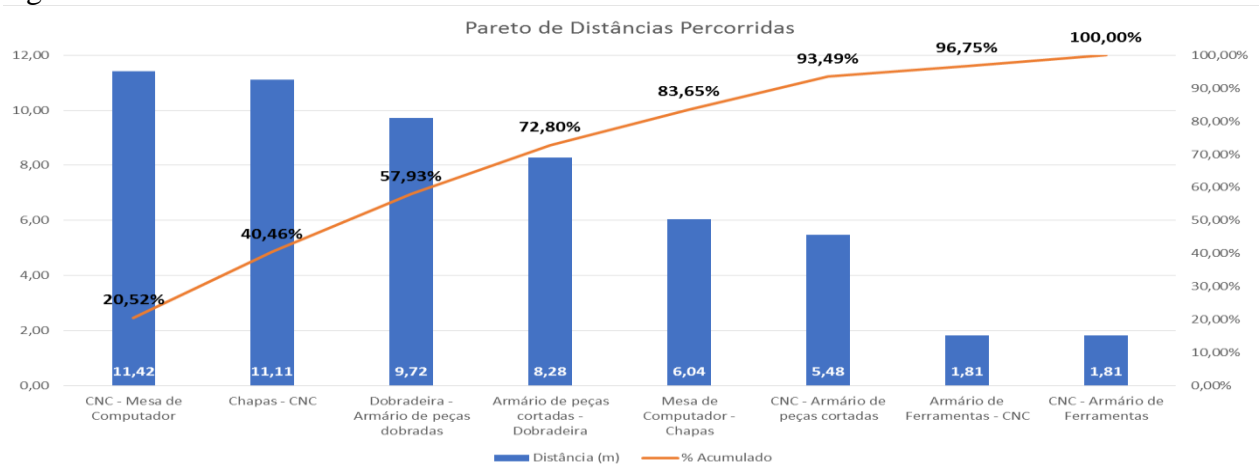
5 Por Quês	
Problema:	Ineficiência no layout do setor de corte e dobra de chapas de alumínio
1- Por que?	Pois o operador tem que percorrer longas distâncias para transportar materiais
2- Por que?	Porque os materiais utilizados no processo estão posicionados distantes de onde são necessários
3- Por que?	Porque não há espaço suficiente para posicioná-los de forma ordenada
4- Por que?	Porque os materiais são de grandes dimensões e ficam dispersos pelo setor
5- Por que?	Porque o suporte utilizado atualmente permite a alocação de poucos materiais

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Esta técnica indicou que o suporte das chapas de alumínio, não permitia o armazenamento da quantidade necessária de chapas de alumínio, fazendo-se necessário que as mesmas, sejam dispersas pelo setor e distantes de onde são necessárias.

Para identificar quais movimentações representam maior perda nesse processo, foi utilizado um gráfico de Pareto:

Figura 4 – Gráfico de Pareto.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Observou-se que 83,65% da perda por transporte é causada pelos seguintes trajetos:

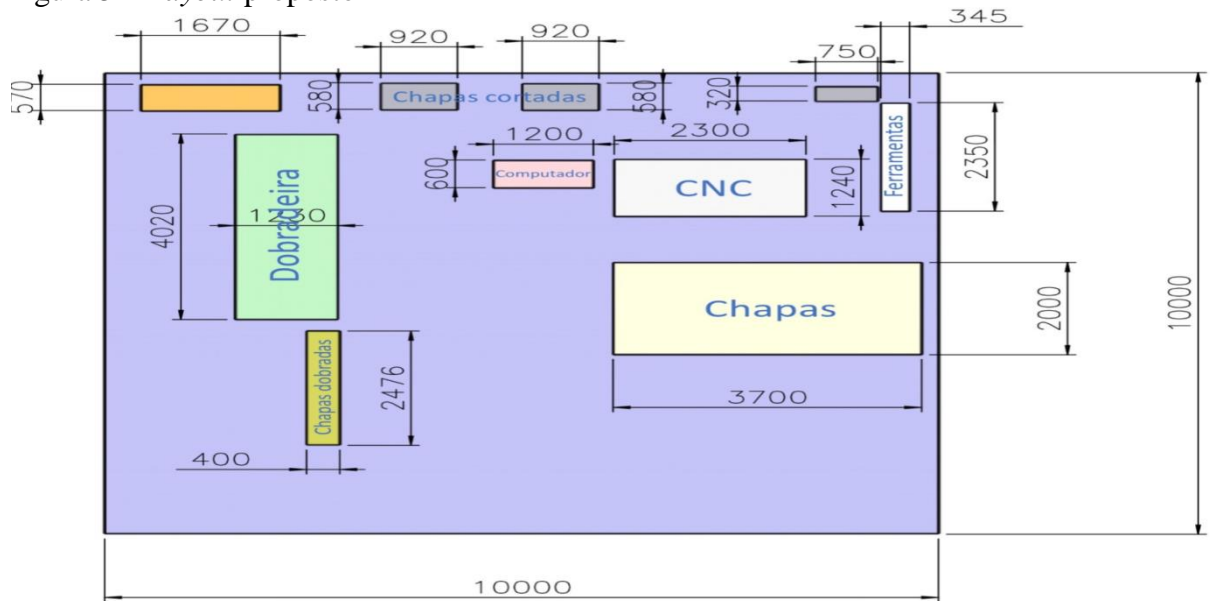
- **De CNC para Mesa do computador:** movimento em dois sentidos, ida e volta;
- **De Chapas para CNC:** movimento em um sentido que necessita de duas pessoas, para carregar os diferentes tipos de chapas;
- **De Dobradeira para Armário de estocar peças dobradas:** movimento em um sentido;
- **De Armário de peças cortadas para Dobradeira:** movimento em um sentido;
- **De Mesa do computador para Chapas:** movimento em um sentido.

Com os dados acima, verificou-se a necessidade de encurtar as distâncias, entre os elementos do processo de corte de chapas de alumínio aeronáutico, e de modificar o modo como as chapas de alumínio eram estocadas.

Proposta de novo *layout*

Um novo arranjo físico foi proposto, após um *brainstorming* feito pelos pesquisadores e funcionários. Essa proposta está ilustrada na Figura 5:

Figura 5 – Layout proposto



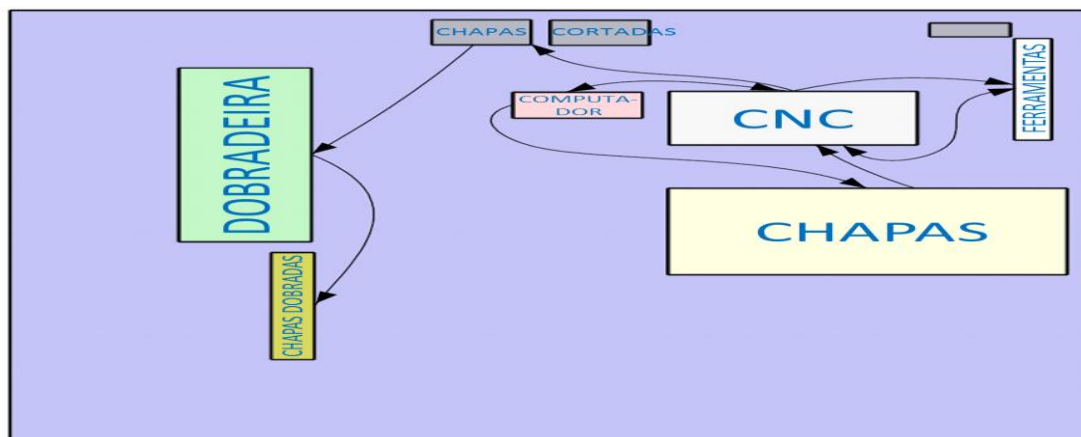
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Escala 1:50

No *layout* proposto, todas as chapas seriam estocadas em um único *rack* e os outros elementos foram mudados de lugar, a fim de melhorar a eficiência do *layout*.

A figura 6 mostra o diagrama de movimentação no *layout* proposto: Mensurar ganhos auferidos com o novo *layout* Escala 1:50

Figura 6 – Layout proposto.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Escala 1:50

O diagrama de-para foi novamente utilizado, para medir a eficiência que seria alcançada, caso o arranjo físico proposto fosse implantado. O número de viagens entre setores não mudou, visto que a sequência de trabalho não sofreu alterações:

Quadro 5 - Número de viagens.

Número de Viagens (por chapa)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			2	1	3		
Chapas	1						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	3	1					
Armário de peças cortadas						1	
Dobradeira							1
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O diagrama de-para do Quadro 6 contempla as novas distâncias entre setores. São elas:

Quadro 6 – De-para.

Distância Entre Setores (em metros)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			2,86	1,13	2,75		
Chapas	1,37						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	1,13	4,46					
Armário de peças cortadas						2,96	
Dobradeira							3,74
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Seguem reduções que poderão ser alcançadas, caso o *layout* proposto for implantado:

- De CNC para Mesa do computador: redução de 4,11m;
- De Chapas para CNC: redução de 9,74m;

- De Dobradeira para Armário de peças dobradas: redução de 5,99m;
- De Armário de peças cortadas para Dobradeira: redução de 5,32m;
- De Mesa do computador para Chapas: redução de 1,58m.

A distância total percorrida no *layout* proposto é mostrada no Quadro 7:

Quadro 7 – Resultado distância total.

Distância Total Percorrida Entre Setores (em metros)

De / Para	CNC	Chapas	Armário de Ferramentas	Mesa de Computador	Armário de peças cortadas	Dobradeira	Armário de peças dobradas
CNC			5,722	1,125	8,256		
Chapas	1,369						
Armário de Ferramentas							
Mesa de Computador	3,375	4,461					
Armário de peças cortadas						2,961	
Dobradeira							3,736
Armário de peças dobradas							

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

No cenário atual, são percorridos 53,87 metros por cada chapa, que passa pelo processo de corte e dobra. No cenário proposto, o mesmo processo demandaria 31,01 metros. Um ganho de 22,86 metros, ou 42,44%.

CONCLUSÃO

Relevante para o desenvolvimento econômico dos países que a possuem, porque gera e difunde tecnologia aos demais setores, a produção de Aeronaves Leves Esportivas, como setor de alta densidade tecnológica, traz em si uma importância indiscutível. Neste sentido, as melhorias de processo e minimização de custos, atreladas às exigências de normas de segurança e qualidade, constituem o alvo das empresas que visam o aumento de seus lucros em um mercado igualmente competitivo.

Diante dos dados obtidos, por meio deste estudo de caso, foi observado que a empresa Aerobravo poderá sofrer um impacto positivo ao buscar o aumento da eficiência no processo

de corte de chapas de alumínio, para a produção de Aeronaves Leves Esportivas, ao alterar o *layout* existente pelo proposto neste trabalho, auferindo um ganho de 42,44%.

REFERÊNCIAS

ABREU, R.A. **Perdas no processo produtivo**. RAA consultoria: 2002. Disponível em: http://www.design.org.br/artigos_cientificos/perdas_no_processo_produtivo.pdf. Acesso em: outubro de 2016.

AEROBRAVO. **As aeronaves**. Disponível em: <http://www.aerobravo.com.br/site/index.php/br/>. Acesso em: novembro de 2016.

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *Programa de Fomento à Certificação de Projetos de Aeronaves de Pequeno Porte*. 2016. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/ibr2020/index.html>. Acesso em: setembro de 2016.

DEMING, W. Edwards. Saia da Crise. **As 14 lições definitivas para controle de qualidade**. São Paulo. Futura, 2003.

DRUCKER, Peter. **Palestras sobre o conhecimento: I, II, III, IV e V (1989)**. In: Drucker em 33 lições: as melhores aulas do homem que inventou a administração. Edição e introdução de Rick Wartzman. São Paulo. Saraiva, 2011.

FNQ - FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. **Modelo de excelência em Gestão**. 2005. Disponível em: <http://www.fnq.org.br/>. Acesso em: novembro de 2016.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Crise de 2016*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/sintese.php>. Acesso em: novembro de 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean na manufatura**. 2016. Disponível em: <http://www.lean.org.br/consultoria-lean-manufatura.aspx>. Acesso em: setembro de 2016.

LEAN INSTITUTE BRASIL. *Perguntas frequentes*. 2016. Disponível em: http://www.lean.org.br/perguntas_frequentes.aspx. Acesso em: setembro de 2016.

LEAN INSTITUTE BRASIL. *Definição*. 2016. Disponível em: <http://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>. Acesso em: setembro de 2016.

WERKEMA, Cristina. *Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas*. Campus, 2012.