

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**CARLOS EDUARDO PRADO DE CASTILHO**

N. CLASS.	M 658,52
CUTTER	C.352 m
ANO/EDIÇÃO	2010

**MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN) – Aplicação da ferramenta PDCA em uma célula  
de acabamento no ramo automobilístico**

**Varginha**

**2012**

**FEP**

**CARLOS EDUARDO PRADO DE CASTILHO**

**MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN) – Aplicação da ferramenta PDCA em uma célula  
de acabamento no ramo automobilístico**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel, sob orientação do Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes.

**Varginha**  
**2012**

**FEPESMIG**

**CARLOS EDUARDO PRADO DE CASTILHO**

**MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN) – Aplicação da ferramenta PDCA em uma célula de acabamento no ramo automobilístico**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

---

Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes

---

---

Obs.:

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em meu potencial, aos professores e colegas de classe e em especial a minha família por todo o apoio dado no decorrer do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus, em segundo a minha família e a todos os meus colegas que me deram força para vencer mais uma etapa, em especial ao amigo Deleon Dionízio Braga.

“Criar é a capacidade inata de desestruturar algo e reestruturá-lo em forma totalmente diferente e original”

Kay Jamison.

## RESUMO

Há diversas “ferramentas” para melhoria de organizações. Aqui vamos mostrar uma delas, como a melhoria contínua que engloba entre diversas outras ferramentas, o ciclo PDCA abordado neste trabalho, onde as empresas atualmente usam frequentemente para resolução de problemas, aumento de produtividade, melhoria de processos e redução de custos. O ciclo PDCA será mostrado através de um estudo de caso, realizado numa empresa do ramo automobilístico, onde a meta é duplicar a produção mensal prevista em contrato de uma determinada célula de acabamento, reduzindo desperdícios, minimizando a mão de obra e otimizando o processo produtivo.

**Palavras-chave:** Melhoria Contínua. Kaizen. PDCA.

## **ABSTRACT**

*There are several "tools" for improving organizations. Here we show one, like continuous improvement that includes among many other tools, the PDCA cycle discussed in this work, where companies currently use frequently to solve problems, increase productivity, improve processes and reduce costs. The PDCA cycle will be shown through a case study conducted in a company in the automotive industry, where the goal is to double the monthly production scheduled in a given cell contract finishing, reducing waste, minimizing manpower and optimizing the production process .*

**Keywords:** *Continuous Improvemen. Kaizen. PDCA.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo PDCA.....	09
Figura 2: Peça produzida na célula 159.....	10
Figura 3: Fluxo / <i>Lay-out</i> antes da aplicação da melhoria contínua.....	12
Figura 4: Tabela de turnos e horários.....	13
Figura 5: Tabela para Demanda, <i>takt time</i> e disponibilidade, antes da duplicação da capacidade produtiva.....	14
Figura 6: Balanceamento da mão de obra Célula 159, antes da duplicação da capacidade produtiva.....	15
Figura 7: Balanceamento de máquina Célula 159, antes duplicação da capacidade produtiva.....	16
Figura 8: Tabela e gráfico operadores x <i>cycle time</i> e capacidade da máquina x <i>takt time</i> Célula 159 antes da duplicação da capacidade produtiva.....	17
Figura 9: Simulação tabela para Demanda, <i>takt time</i> e disponibilidade.....	18
Figura 10: Simulação Balanceamento mão de obra Célula 159.....	19
Figura 11: Simulação Balanceamento de máquina Célula 159.....	20
Figura 12: Simulação tabela e gráfico operadores x <i>takt time</i> e capacidade de máquina x <i>takt time</i> Célula 159.....	21
Figura 13: Fluxo / <i>Lay-out</i> após duplicação da capacidade produtiva.....	23
Figura 14: Tabela para Demanda, <i>takt time</i> e disponibilidade, após duplicação da capacidade produtiva.....	25
Figura 15: Balanceamento da mão de obra Célula 159, após duplicação da capacidade produtiva.....	26
Figura 16: Balanceamento de máquina, após duplicação da capacidade produtiva.....	27
Figura 17: Tabela e gráfico <i>operadores x takt time e capacidade de máquina x takt time</i> Célula 159, após duplicação da capacidade produtiva.....	28
Figura 18: Planilha de comprimento dos perfis extrudados, acabados e sobra de processo.....	29
Figura 19: Planilha referente a diminuição da sobra de processo.....	30
Figura 20: Comparativo antes e depois da duplicação da capacidade produtiva dos gráficos <i>takt time</i> x <i>cycle time</i> .....	31
Figura 21: Planilha completa referente a sobra de processo.....	32

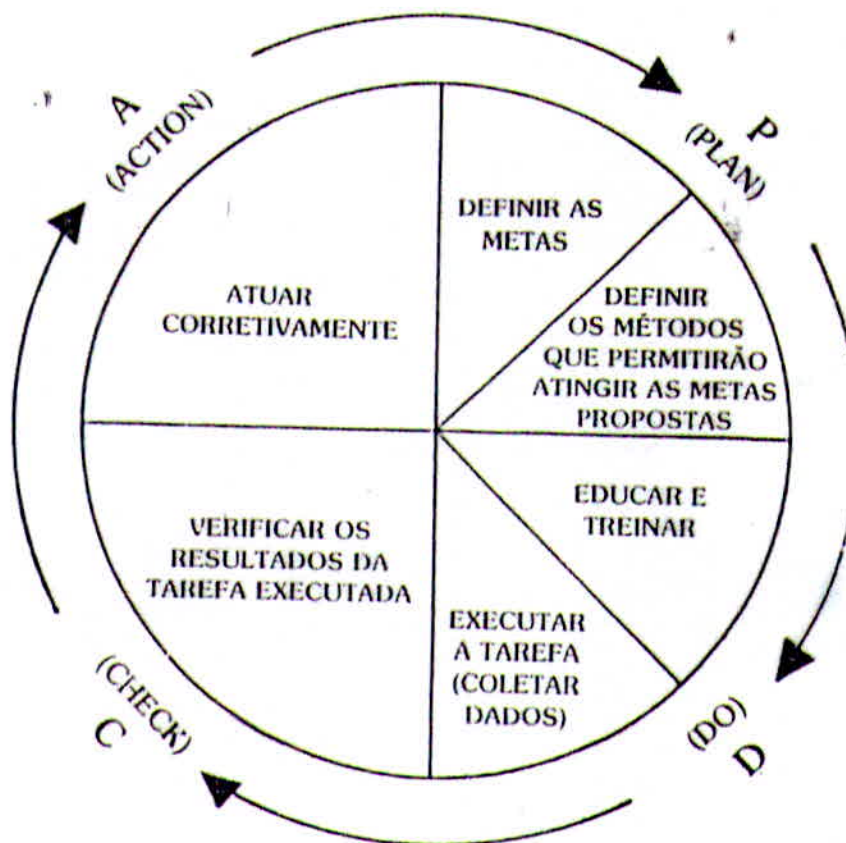
## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 PRODUTO .....</b>	<b>10</b>
<b>3 CICLO PDCA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Planejar .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Fazer .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Verificar .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Agir .....</b>	<b>28</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Duplicação da capacidade produtiva .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Redução da sobra de processo .....</b>	<b>32</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de melhoria contínua foi descrito de vários modos. O ciclo de PDCA ((*Plan* (Planejar) – *Do* (Fazer) – *Check* (Verificar) – *Act* (Agir)) é o mais comum. Melhoria contínua é o resultado da aplicação repetitiva dos quatro passos.

Figura 01: Ciclo PDCA



Fonte: O autor:

O conceito de melhoria contínua está fundamentado na filosofia japonesa *Kaizen* e pressupõe a existência de desafios, a capacidade de identificar as causas dos problemas e implementar soluções.

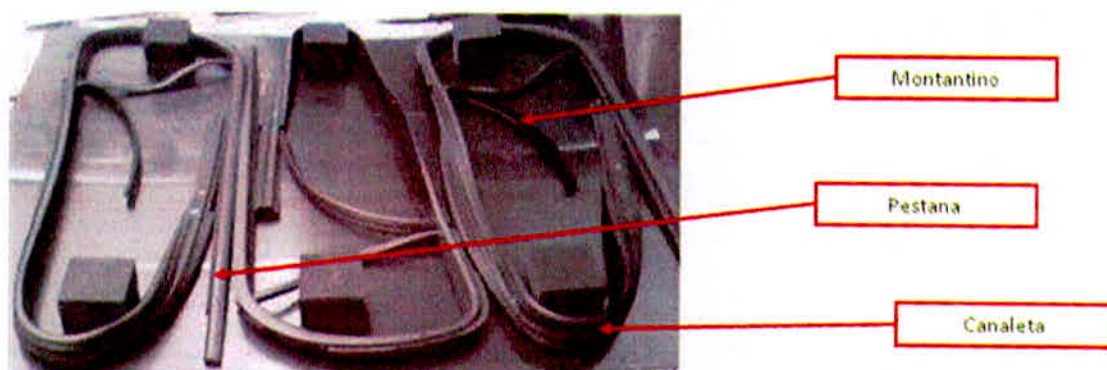
Este trabalho tem por objetivo duplicar a produção de uma determinada célula de acabamento do setor automobilístico, visando utilizar o mínimo possível de mão de obra para tal, e obedecendo aos conceitos da melhoria contínua (ciclo PDCA) na execução do processo de duplicação da produtividade da célula.

## 2 PRODUTO

O produto da célula a ser apresentado é uma peça de vedação automotiva composta de borracha sintética. A peça em questão é constituída por três perfis de borracha moldados:

- Canaleta (Perfil 1105.82)
- Pestana (Perfil 2090.82)
- Montantino (Perfil 1107.82)

Figura 02: peça produzida na célula 159.



Fonte: O autor.

### 3 CICLO PDCA

O ciclo PDCA foi idealizado por Walter Andrew Shewart, físico, engenheiro e estatístico, e mais tarde aplicado por William Edward Deming, estatístico e professor universitário, no uso de estatísticas e métodos de amostragem. O Ciclo PDCA nasceu no escopo do TQC (Controle de Qualidade Total) como uma ferramenta que melhor representava o ciclo de gerenciamento de uma atividade.

A simplicidade e eficiência para utilização em nível operacional, a valorização de fatos, a medição e análise dos fatos e a identificação das causas reais do problema são características da metodologia de análise e solução de problemas dentro da filosofia da melhoria Contínua (*Kaizen*), mais especificamente dentro do ciclo PDCA.

O PDCA pode ser aplicado em todas as áreas funcionais da organização (produção, recursos humanos, marketing, finanças, entre outras), nas quais podem ser identificadas as funções da administração: planejamento, organização, controle e direção.

O Ciclo PDCA será demonstrado abaixo, no estudo de caso de uma célula de acabamento, onde o objetivo principal é duplicar a capacidade produtiva da célula, utilizando o mínimo de mão de obra possível e reduzindo desperdício inerente ao processo produtivo em questão.

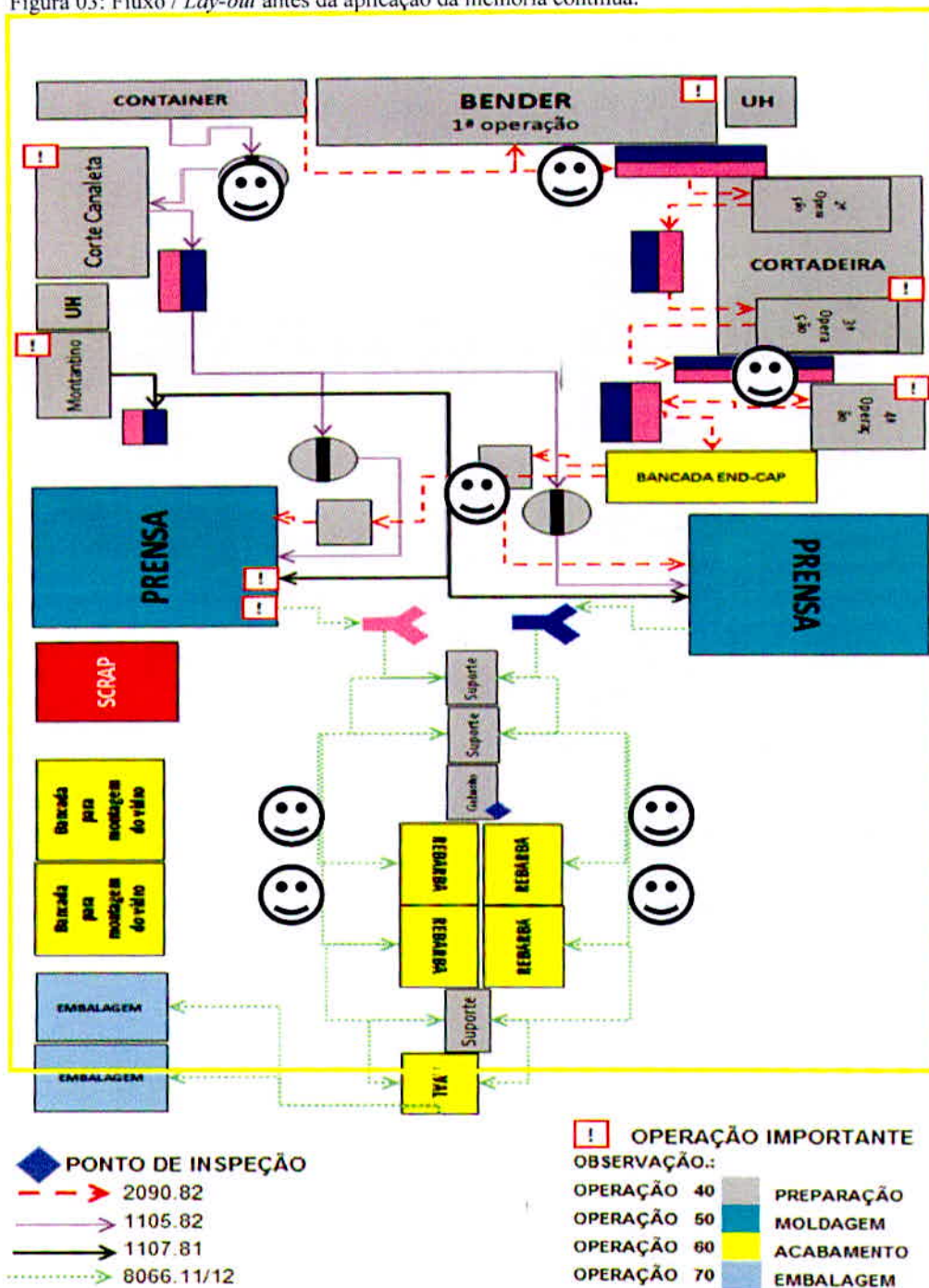
#### 3.1 Planejar

Na fase de planejamento do ciclo escolhe-se um processo ou problema a ser sanado. O processo escolhido pode ser uma atividade, linha de montagem, um método etc. Desenhamos o projeto e o estudamos por meio de técnicas de administração da produção. Estabelecemos padrões de medidas e metas quantitativas e qualitativas a serem alcançadas.

De acordo com Imai, Masaahy (1996), a metodologia Kaizen leva à implementação de um novo paradigma de organização do trabalho focalizado na criação de fluxo (movimentação) de materiais e de informação, no trabalho puxado em função das necessidades dos clientes, no zero defeito e no zero acidentes. Considerando a manufatura enxuta.

No início desta etapa se faz necessário conhecer o *Lay-Out* / Fluxo de processo produtivo da célula 159, para termos uma idéia geral do processo de acabamento:

Figura 03: Fluxo / Lay-out antes da aplicação da melhoria contínua.



Fonte: O autor.

Nesta etapa a célula trabalha em 3 (três) turnos com 8 (oito) operadores por turno (com um total de 24 (vinte e quatro) operadores) com uma capacidade de produção de 44,50 peças por hora. A célula necessita de 1 (uma) máquina de corte para o perfil 1105.82 Canaleta, 1 (uma) máquina de corte para o perfil 1107.82 Montantino, 1 (um) Bender de conformação, 2 (duas) cortadeiras e 1 (uma) máquina de fixar *end-cap* para o perfil 2090.82

Pestana e duas injetoras para moldagem (união) dos perfis, formando assim o produto final 8066.11/12 Canaleta Traseira Dir./Esq. FIAT.

Através dos estudos de tempos e métodos buscamos o alinhamento da nossa capacidade a demanda do cliente, reduzindo desperdícios de capacidades, sobrecarga de operadores e/ou máquinas e a variação de tempos e capacidade entre as operações, a padronização e sincronia das operações que estarão alinhadas a “sinalização” do cliente para que inicie a produção.

Na tabela de horários temos todas as possíveis cargas horárias das células de produção, já com desconto de ginástica e refeição, é nesta tabela que obtemos a capacidade de horas produtivas da célula.

Figura 04: Tabela de turnos e horários.

Cod		Hora Total	Refeição	Ginastica	horas disp	Dias/sem	n. turno
21	Turno B (1Turno) 06:00 a 15:00 seg a sab / 06:00 a 15:00 Seg a Sex	49,50	5,50	1,38	42,63	5,50	1,00
22	Turno A (1 Turno) 23:15 a 06:15 Seg a Sab / 23:15 a 06:15 Seg a Sex	38,50	5,50	1,38	31,63	5,50	1,00
23	Turno C (1 Turno) 14:45 a 23:32 Seg a Sab / 14:45 a 23:32 Seg a Sex	48	5,50	1,38	41,43	5,50	1,00
24	Turno A+B (2 Turnos)	88,00	11,00	2,75	74,25	5,50	2,00
25	Turno B+C (2 Turnos)	97,80	11,00	2,75	84,05	5,50	2,00
26	Turno A+B+C (3 Turnos)	138,30	18,50	4,13	115,68	5,50	3,00
27	Turno B (1Turno) 07:00 a 15:36 seg a sex / 07:00 a 13:15 sabado	49,25	6,00	1,38	41,88	6,00	1,00
28	Turno A (1 Turno) 23:27 a 07:00 seg a sex / 19:00 a 01:00 sabado	43,75	6,00	1,38	36,38	6,00	1,00
29	Turno C (1 Turno) 15:36 a 00:00 seg a sex / 13:15 a 19:00 sabado	48	6,00	1,38	40,38	6,00	1,00
30	Turno A+B (2 Turnos)	93,00	12,00	2,75	78,25	5,50	2,00
31	Turno B+C (2 Turnos)	97,00	12,00	2,75	82,25	5,50	2,00
32,00	Turno A+B+C (3 Turnos)	140,75	18,00	4,13	118,63	5,50	3,00

Fonte: O autor.

Na tabela de dados inserimos os dados de projetividade que são: coeficiente de fadiga, *down-time*, *set-up*. Somados estes valores giram entorno de 15% do tempo disponível. Inserimos a demanda em peça/semana e nossas horas disponíveis na semana convertidas para segundos, com estes valores geramos nosso *takt time*, que é o tempo disponível para se produzir uma peça. Então os dados da célula 159 são os seguintes:

Figura 05: Tabela para Demanda, *takt time* e disponibilidade, antes da aplicação da melhoria contínua.

DADOS DA CÉLULA			
26 Turno A+B+C (3 Turnos)			
Scrap (%)	1,0%	Horas Disp. Semana (Bruto)	115,68
Coef. Fadiga (%)	7,00%	Dias Semana	6
Down-Time (%)	7,00%	N. Turnos	3
Set-up (min/dia)		Segundos Disp. Semana (Líquido)	358.130
Demanda (Pç / Semana)	4.500,0	Capacidade de produção / semana (líquido)	5.147,3
Takt Time (s/pç)	78,80	Produção bruta por hora (sem perdas)	52,26
Necessidade peças / hora (líquido)	38,90	Horas necessárias por semana (bruto)	101,1
Capac. de produção / hora (mão obra líq.)	45,43	Taxa de Utilização da Operação Gargalo	87%
Capac. de produção / hora (maquinário líq.)	44,50	Peça / Operador / Hora	5,6
Capacidade de produção / hora (líquido)	44,50	N. Operadores por turno	8

Fonte: O autor.

Na tabela de balanceamento inserimos a descrição das operações, o tempo em segundos/peça, o número do operador que executa a operação e a porcentagem da operação em relação à demanda, por exemplo, se a operação for executada em uma peça dianteiro-esquerda se a célula fizer os quatro lados, então esta operação terá uma participação de 25%. Esta tabela também é dividida em operações executadas por operadores e operações executadas por máquinas.



Figura 6: Balanceamento da mão de obra Célula 159, antes da duplicação da capacidade produtiva.

**Balanceamento de Mão de Obra**

Operações	Cycle Time Seg / pc	Operador	Participação	Ocupação operação	Ocupação do Operador
<b>Corte</b>					
Pegar perfis no rack	1,73	1	100%	1,7	55,7
Carregar 1º Recorte canaleta	18,31	1	100%	18,3	55,7
Corte	2,48	1	100%	2,5	55,7
Descarregar	3,80	1	100%	3,8	55,7
Carregar 2º Recorte canaleta	10,92	1	100%	10,9	55,7
Cortar	2,97	1	100%	3,0	55,7
Descarregar	2,81	1	100%	2,8	55,7
Pegar perfis no rack	1,50	1	100%	1,5	55,7
Carregar Corte Montantino	6,50	1	100%	6,5	55,7
Corte	1,88	1	100%	1,9	55,7
Descarregar	2,18	1	100%	2,2	55,7
Pegar perfis no rack	3,00	2	100%	3,0	48,4
Carregar recorte alma metálica ( Bender )	6,79	2	100%	6,8	48,4
Cortar	7,46	2	100%	7,5	48,4
Descarregar corte	3,91	2	100%	3,9	48,4
Retornar bender posição inicial	1,86	2	100%	1,9	48,4
Carregar	6,11	2	100%	6,1	48,4
Cortar	2,26	2	100%	2,3	48,4
Descarregar perfis	4,05	2	100%	4,0	48,4
Pegar perfis / Molhar arclean	3,20	2	100%	3,3	48,4
Carregar corte	3,83	2	100%	3,9	48,4
Cortar	2,09	2	100%	2,1	48,4
Descarregar perfis	3,64	2	100%	3,6	48,4
Carregar	4,38	3	100%	4,4	40,2
Corte/Descarregar	2,44	3	100%	2,4	40,2
<b>End-Cap</b>					
Retirar aba (Alicate)	2,84	3	100%	2,8	40,2
Ins. End cap	6,43	3	100%	6,4	40,2
Fixar End cap	7,68	3	100%	7,7	40,2
Retirar rebarba ext 1	3,60	3	100%	3,6	40,2
Aplicar cola	8,19	3	100%	8,2	40,2
Retirar rebarba ext 2	4,60	3	100%	4,6	40,2
<b>Moldagem</b>					
Carregar PRE 01	22,81	4	50%	11,4	67,5
Fechar PRE 01	3,27	4	50%	1,6	67,5
Abrir PRE 01	4,68	4	50%	2,3	67,5
Descarregar PRE 01	25,00	4	50%	12,5	67,5
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	4	50%	5,9	67,5
Carregar PRE 02	22,81	4	50%	11,4	67,5
Fechar PRE 02	3,27	4	50%	1,6	67,5
Abrir PRE 02	4,68	4	50%	2,3	67,5
Descarregar PRE 02	25,00	4	50%	12,5	67,5
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	4	50%	5,9	67,5
<b>Rebarbar</b>					
Rebarbar	249,60	5	25%	62,4	65,8
Rebarbar	249,60	6	25%	62,4	65,8
Rebarbar	249,60	7	25%	62,4	65,8
Rebarbar	249,60	8	25%	62,4	65,8
<b>Embalar</b>					
Embalar	13,62	5	25%	3,4	65,8
Embalar	13,62	6	25%	3,4	65,8
Embalar	13,62	7	25%	3,4	65,8
Embalar	13,62	8	25%	3,4	65,8
<b>Total</b>				<b>474,9</b>	<b>6,0</b>

Fonte: O autor.

Na figura acima, nota-se que em cada turno utiliza-se o operador 1 (um) para o 1º e 2º o segundo recorte da canaleta e recorte do montantino. O operador 2 (dois) é utilizado na conformação e duas operações de corte da pestana, o operador 3 (três) é utilizado na ultima operação de corte da pestana e na inserção de *end-cap* da mesma, o operador 4 (quatro) é utilizado na moldagem das duas injetoras, e os operadores 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete) e 8 (oito) são utilizados na rebarba após a moldagem.

Figura 7: Balanceamento de máquina Célula 159, antes duplicação da capacidade produtiva.

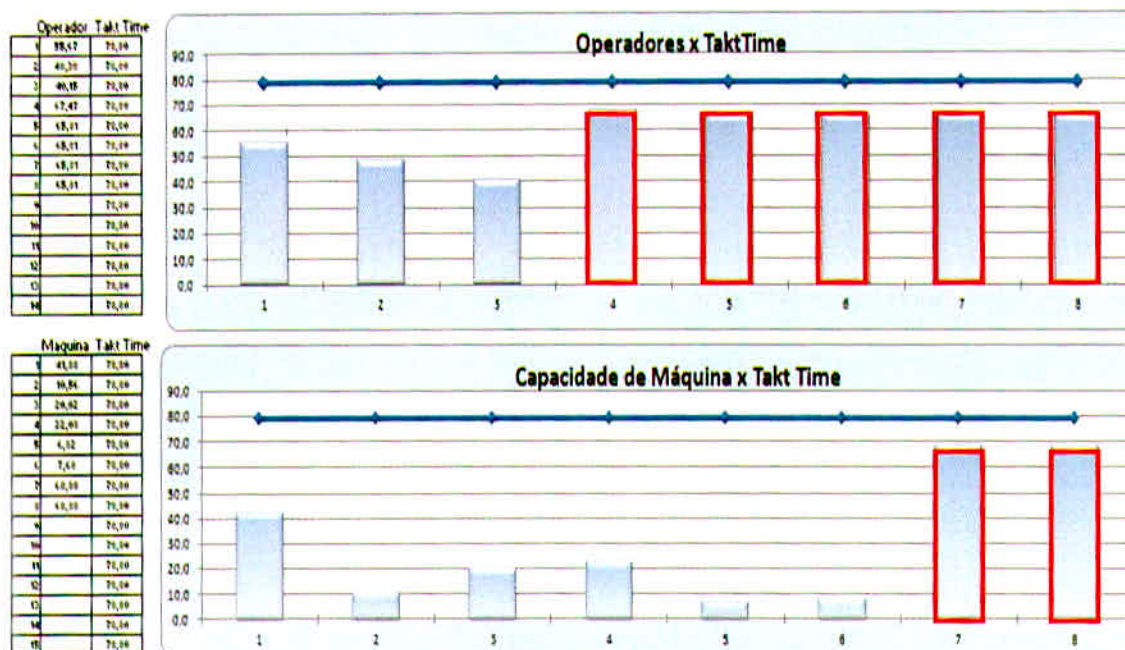
#### **Balanceamento de Máquina**

Operação	Cycle Time Seg / Pç	Máquina	Participação	Ocupação operação	Ocupação da Máquina	Capacidade (bruto)
<b>Corte</b>						
COR 1	41,9	1	100%	41,9	41,9	86,0
COR 2 (Montantino)	10,6	2	100%	10,6	10,6	341,0
COR 3 (Bender)	20,0	3	100%	20,0	20,0	179,8
COR 4	22,1	4	100%	22,1	22,1	163,0
COR 5	6,8	5	100%	6,8	6,8	528,0
<b>End-Cap</b>						
Fixar end cap	7,7	6	100%	7,7	7,7	468,8
<b>Moldagem</b>						
PRE 01	137,8	7	50%	68,9	68,9	52,3
PRE 02	137,8	8	50%	68,9	68,9	52,3

Fonte: O autor.

Na última tabela os tempos das operações executadas pelos operadores e pelas máquinas serão somados de acordo com suas numerações, gerando o tempo de ciclo de cada operador e máquina que será confrontado com o *takt time*. Que é possível ser visualizado no gráfico ao lado da tabela abaixo:

Figura 08: Tabela e gráfico operadores x *takt time* e capacidade da máquina x *takt time* Célula 159 antes da duplicação da capacidade produtiva.



Fonte: O autor.

De acordo com a figura 08: os operadores 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete), 8 (oito), estão mais ocupados, se comparados aos outros operadores, note que o operador 4 (quatro) é o responsável pela moldagem dos perfis e os operadores 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete), 8 (oito) são responsáveis pela rebarba após a moldagem. Devido à operação de recorte (preparação) ser mais simples que a moldagem e rebarba.

Também na figura 08: As injetoras 7 (sete) e 8 (oito) são as máquinas gargalo do processo, note que elas estão quase no limite da demanda. Devido à complexidade da operação.

Analisando os dados da célula vemos a necessidade de duplicação das injetoras que nessa etapa são as máquinas gargalo deste processo, visto que cada injetora gasta 137,8 segundos/peça, então cada injetora é capaz de produzir 22,25 peças / hora, isso já descontando 15% de *dow-time*, ou seja, as duas injetoras juntas são capazes de produzir apenas 44,5 peças / hora. Verificamos também a necessidade de duplicação da cortadeira da canaleta para atingirmos a nova demanda contratada pelo cliente, devido a esta cortadeira utilizar 41,9 segundos /peça, produzindo em uma hora apenas 73 peças, não adiantaria duplicar as injetoras para produzir 88,82 peças por / hora se a cortadeira da canaleta é capaz de produzir apenas 73 peças / hora.

Agora falando de operadores (mão de obra), será necessário incluir mais dois operadores no setor de rebarba, mais um operador no setor de moldagem para operar as duas novas injetoras, e mais um operador para operar a nova cortadeira da canaleta.

Dando prosseguimento ao planejamento, é necessário fazer algumas simulações de balanceamento de mão de obra, visando deixar a célula homogênea, sem que os operadores fiquem ociosos durante o período de trabalho.

Segundo Womack, James P; Jones, Daniel T (5ª Ed.); Qualquer tempo de espera na célula significa que o processo precisa ser melhorado e revisado e a célula precisa ser balanceada.

Foram simuladas várias situações, no entanto segue os dados da simulação aprovada pelo gerente da Engenharia de Processos:

Figura 09: Simulação tabela para Demanda, *takt time* e disponibilidade.

#### DADOS DA CÉLULA

26 Turno A+B+C (3 Turnos)

Scrap (%)	1,0%
Coef. Fadiga (%)	7,00%
Down-Time (%)	7,00%
Set-up (min/dia)	

Horas Disp. Semana (Bruto)	115,68
Dias Semana	6
N. Turnos	3
Segundos Disp. Semana (Líquido)	358.130

Demanda (Pç / Semana)	9.000,0
Takt Time (s/pç)	39,40
Necessidade peças / hora (líquido)	77,80
Capac. de produção / hora (mão obra líq.)	88,22
Capac. de produção / hora (maquinário líq.)	104,11
Capacidade de produção / hora (líquido)	88,22

Capacidade de produção / semana (líquido)	10.205,1
Produção bruta por hora (sem perdas)	103,62
Horas necessárias por semana (bruto)	102,0
Taxa de Utilização da Operação Gargalo	88%
Peça / Operador / Hora	7,4
N. Operadores por turno	12

Fonte: O autor:

Note que em relação aos dados da célula mostrado anteriormente na figura 05, nos dados atuais dobramos a demanda, conseqüentemente cai pela metade o *takt / time* e incluímos mais quatro operadores por turno. Os valores para capacidade de produção também são alterados, mas eles estão “linkados” com as tabelas de balanceamento de mão de obra e máquinas.

O balanceamento de mão de obra e máquina fica da seguinte forma:

Figura 10: Simulação balanceamento da mão de obra Célula 159.

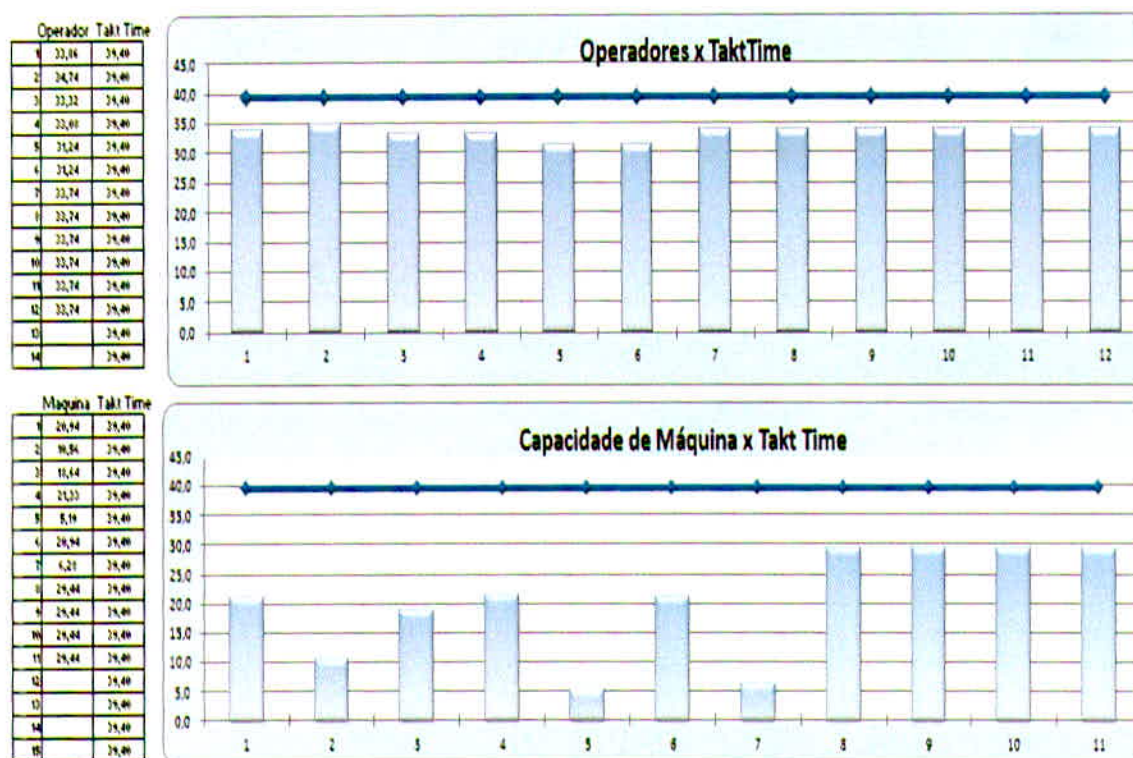
Balanceamento de Mão de Obra					
Operações	Cole Time Seg/W	Operador	Preço/h	Operário operação	Operário do Operador
<b>Corte</b>					
Pegar perfis no rack	1,73	1	50%	0,9	33,9
Carregar 1º Recorte canaleta	18,91	1	50%	9,5	33,9
Corte	2,48	1	50%	1,2	33,9
Descarregar	3,80	1	50%	1,9	33,9
Carregar 2º Recorte canaleta	10,92	1	50%	5,5	33,9
Cortar	2,97	1	50%	1,5	33,9
Descarregar	2,91	1	50%	1,4	33,9
Pegar perfis no rack	1,73	2	50%	0,9	34,7
Carregar 1º Recorte canaleta	18,91	2	50%	9,5	34,7
Corte	2,48	2	50%	1,2	34,7
Descarregar	3,80	2	50%	1,9	34,7
Carregar 2º Recorte canaleta	10,92	2	50%	5,5	34,7
Cortar	2,97	2	50%	1,5	34,7
Descarregar	2,91	2	50%	1,4	34,7
Pegar perfis no rack	1,80	1	100%	1,5	33,9
Carregar Corte Montantino	6,50	1	100%	4,5	33,9
Corte	1,80	1	100%	1,9	33,9
Descarregar	2,19	1	100%	2,2	33,9
Pegar perfis no rack	3,00	3	100%	3,0	33,9
Carregar recorte alma metálica ( Bender )	5,32	3	100%	5,4	33,9
Cortar	7,46	3	100%	7,5	33,9
Descarregar corte	3,91	3	100%	3,9	33,9
Retornar bender posição inicial	1,86	3	100%	1,9	33,9
Carregar	5,36	3	100%	5,4	33,9
Cortar	2,26	3	100%	2,3	33,9
Descarregar perfis	4,05	3	100%	4,0	33,9
Pegar perfis / Molhar arcos	3,28	2	100%	3,3	34,7
Carregar corte	3,03	2	100%	3,0	34,7
Cortar	2,09	2	100%	2,1	34,7
Descarregar perfis	3,64	2	100%	3,6	34,7
Carregar	3,39	4	100%	3,4	33,1
Corte/Descarregar	1,92	4	100%	1,9	33,1
<b>End-Cap</b>					
Fixar aba (Alcote)	2,99	4	100%	2,9	33,1
Ins. End cap	5,03	4	100%	5,0	33,1
Fixar End cap	6,26	4	100%	6,3	33,1
Fixar rebarba ext 1	3,60	4	100%	3,6	33,1
Aplicar cola	6,79	4	100%	6,8	33,1
Fixar rebarba ext 2	3,60	4	100%	3,6	33,1
<b>Moldagem</b>					
Carregar FFE 01	22,81	5	25%	5,7	31,2
Fechar FFE 01	3,27	5	25%	0,8	31,2
Abre FFE 01	4,68	5	25%	1,2	31,2
Descarregar FFE 01	20,00	5	25%	5,0	31,2
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	5	25%	2,9	31,2
Carregar FFE 02	22,81	5	25%	5,7	31,2
Fechar FFE 02	3,27	5	25%	0,8	31,2
Abre FFE 02	4,68	5	25%	1,2	31,2
Descarregar FFE 02	20,00	5	25%	5,0	31,2
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	5	25%	2,9	31,2
Carregar FFE 01	22,81	5	25%	5,7	31,2
Fechar FFE 01	3,27	5	25%	0,8	31,2
Abre FFE 01	4,68	5	25%	1,2	31,2
Descarregar FFE 01	20,00	5	25%	5,0	31,2
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	5	25%	2,9	31,2
Carregar FFE 02	22,81	5	25%	5,7	31,2
Fechar FFE 02	3,27	5	25%	0,8	31,2
Abre FFE 02	4,68	5	25%	1,2	31,2
Descarregar FFE 02	20,00	5	25%	5,0	31,2
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,71	5	25%	2,9	31,2
<b>Rebarbar</b>					
Rebarbar	189,60	7	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	8	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	9	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	10	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	11	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	12	17%	31,5	33,7
<b>Embalar</b>					
Embalar	13,62	7	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	8	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	9	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	10	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	11	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	12	17%	2,3	33,7
Total				399,9	10,1

Fonte: O autor.

Na figura acima, nota-se que em cada turno utiliza-se o operador 1 (um) para o 1º e 2º o segundo recorte da canaleta e recorte do montantino. O operador 2 (dois) é utilizado para o 1º e 2º o segundo recorte da canaleta e um dos recortes da pestana, o operador 3 (três) é



Figura 12: Simulação tabela e gráfico operadores x takt time e capacidade de máquina x takt time Célula 159.



Fonte: O autor.

Na figura acima é possível notar um maior balanceamento de operadores no processo produtivo, se comparado ao gráfico da figura 08 onde os operadores 1 (um), 2 (dois) e 3 (três), estavam ociosos durante o processo, devido a chegada de dois operadores para desafogar a operação de rebarba, que era a operação crítica do processo, visto pelo lado operacional. A necessidade de mais um operador para operar a nova máquina de corte da canaleta. E a inclusão de mais um operador para o processo de moldagem com a chegada de mais duas injetoras, o processo se torna mais uniforme, com os operadores trabalhando de forma mais padronizada e sem tempo ocioso entre operações.

Visto pelo lado do maquinário, mesmo com a chegada das duas injetoras, a operação de moldagem ainda é a operação gargalo, mais com um maior balanceamento entre as operações, mesmo por que com uma mudança no composto de moldagem foi possível reduzir em 20 segundos o tempo de cura do material, passando o tempo médio de ciclo de moldagem (máquina) de 137,8 segundos para 117,8 segundos. Devido a duplicação de volume previsto pelo cliente, começamos dar uma ênfase maior em melhorias na célula. Com melhorias no

molde, conseguimos diminuir a área rebarba da peça, conseqüentemente, diminuimos o tempo de rebarba.

### **3.2 Fazer**

Nesta fase é importante colher dados e medidas ("quem não mede não gerencia" ) continuamente, e documentar as mudanças no processo. Uma boa estratégia é escolher, na fase anterior de planejamento, processos e problemas fáceis de resolver. O sucesso das primeiras ações serve de treino e incentivo a equipe responsável.

Após alinhar os dados com a gerência e diretoria da empresa, e com o aval dos mesmos se faz necessário, simular alguns *lay-outs* com os equipamentos e os operadores que serão agregados ao processo produtivo para aprovação da gerência.

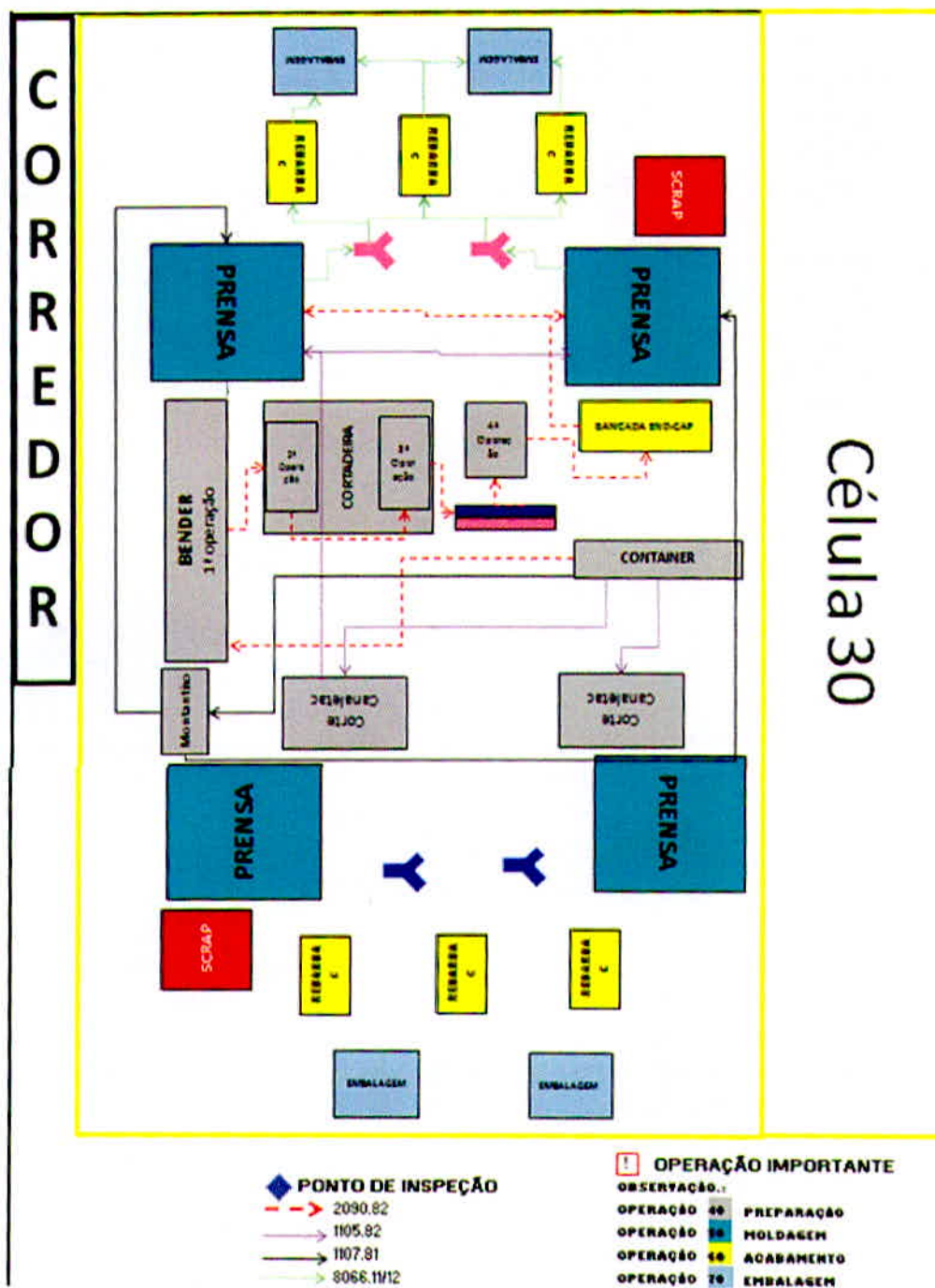
A melhoria do fluxo e *lay-out* das células produtivas gera melhoria no bem estar dos operadores, na produtividade da célula, na segurança dos envolvidos na operação, redução do *lead time*, dos estoques da célula, o que torna a célula mais competitiva, portanto a própria corporação.

Nesta célula temos um fluxo confuso que vai e volta pela célula, um layout que não visa à redução da movimentação dentro da célula o que gera um desperdício.

Na melhoria do fluxo visamos à simplicidade e funcionalidade, tornando-o eficiente e direto impactando no aumento da produtividade e melhoria do 5S's da célula. Houve também uma melhoria no layout da célula, que agora está bem definido as áreas de cortes, moldagem e acabamento.



Figura 13: Fluxo / Lay-out após duplicação da capacidade produtiva.



Fonte: O autor.

Na figura acima demonstramos apenas o fluxo de processo de peças esquerdo, visando

auxiliar na compreensão do fluxo das peças. Lembrando que para produção das peças direitas, o fluxo é semelhante, porém utilizando as outras prensas e o outro lado do no *lay-out*.

Após aprovação do *lay-out* proposto, pela gerência, e com a chegada das máquinas que irão se integrar ao processo produtivo da célula 159 é hora de planejar a mudança do *lay-out*, da seguinte forma:

- 1- Receber e acompanhar *start-up* das máquinas que integrarão o processo.
- 2- Orçar movimentação de equipamentos com terceiros (instalação elétrica, hidráulica, pneumática e movimentação propriamente dita) conforme *lay-out* aprovado;
- 3- Programar com os responsáveis pela produção, data para mudança e estoque de segurança.
- 4- Lançar pedido de compra para serviço de movimentação;
- 5- Fiscalizar mudança e instalação das máquinas.

### 3.3 Verificar

Nessa fase são verificados os resultados práticos da implementação do plano. Se existirem grandes distorções para alcançar os resultados, pode ser necessário retorno a primeira fase e alterar ou refazer o plano inicial. Caso os resultados obtidos sejam satisfatórios, em relação às metas estabelecidas, o programa deve prosseguir para a próxima fase.

Segundo Liker (2005) a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100 %. Uma vez que, no Sistema Toyota de Produção devemos produzir apenas a quantidade necessária a força de trabalho deve ser reduzida para cortar o excesso de capacidade e corresponder a quantidade necessária.

Como houve uma mudança brusca no *lay-out* / fluxo de processo da célula, com a chegada de duas injetoras e uma cortadeira e inclusão de mão de obra, é necessário treinar os operadores que compõem a equipe produtiva da célula para se adaptarem a nova realidade da célula, e somente depois desse treinamento e de alguns dias produtivos podemos pegar os dados da célula novamente para balanceamento da mesma com a realidade atual. Desta forma após 18 dias de produção e treinamento, após a mudança de *lay-out* / fluxo pegamos os dados referentes a célula, a fim de checar se a realidade da célula condiz com o balanceamento que foi simulado:

Figura 14: Tabela para Demanda, *takt time* e disponibilidade, após duplicação da capacidade produtiva.

## DADOS DA CÉLULA

26 Turno A+B+C (3 Turnos)

Scrap (%)	1,0%	Horas Disp. Semana (Bruto)	115,68
Coef. Fadiga (%)	7,00%	Dias Semana	6
Down-Time (%)	7,00%	N. Turnos	3
Set-up (min/dia)		Segundos Disp. Semana (Liquido)	358.130

---

Demanda ( Pc / Semana )	9.000,0	Capacidade de produção / semana (liquido)	10.338,1
Takt Time ( s/pc )	39,40	Produção bruta por hora (sem perdas)	104,97
Necessidade peças / hora (liquido)	77,80	Horas necessárias por semana (bruto)	100,7
Capac. de produção / hora (mão obra liq.)	89,37	Taxa de Utilização da Operação Gargalo	87%
Capac. de produção / hora (maquinário liq.)	104,47	Peça / Operador / Hora	7,4
Capacidade de produção / hora (liquido)	89,37	N. Operadores por turno	12

Fonte: O autor.

Note que a demanda, as horas disponíveis e números de operadores por turno são os mesmos dados feitos na simulação da figura 09, porém a capacidade de produção por hora, tanto de mão de obra quanto de maquinário sofreu alteração por que referem aos tempos das operações da tabela de balanceamento.

O balanceamento de mão de obra e máquina fica da seguinte forma:

Figura 15: Balanceamento da mão de obra Célula 159, após duplicação da capacidade produtiva.

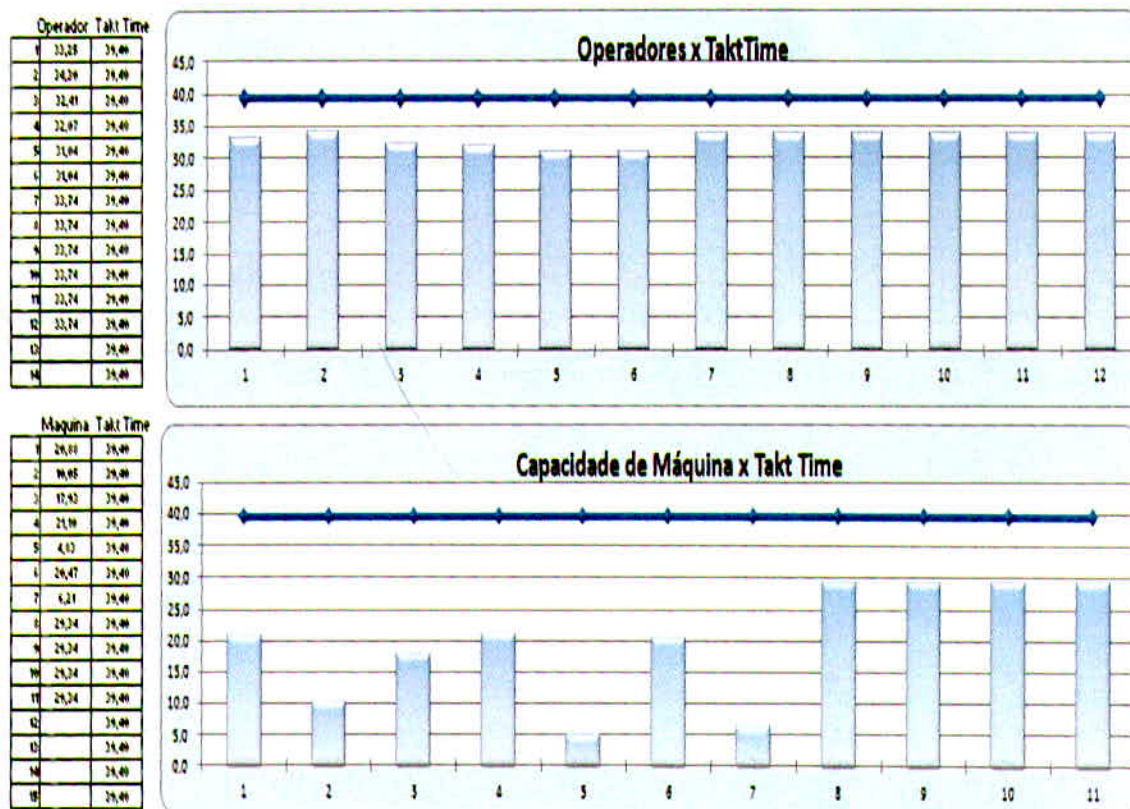
## Balancamento de Mão de Obra

Operações	Cole Time Seg/Is	Operador	Participação	Ocupação operação	Ocupação do Operador
<b>Corte</b>					
Pegar perfis no rack	1,64	1	50%	0,8	33,2
Carregar 1º Fecorte canaleta	19,03	1	50%	9,5	33,2
Corte	2,33	1	50%	1,2	33,2
Descarregar	3,89	1	50%	2,0	33,2
Carregar 2º Fecorte canaleta	19,82	1	50%	9,9	33,2
Cortar	2,87	1	50%	1,5	33,2
Descarregar	2,62	1	50%	1,3	33,2
Pegar perfis no rack	1,85	2	50%	0,9	34,3
Carregar 1º Fecorte canaleta	19,02	2	50%	9,5	34,3
Corte	2,40	2	50%	1,2	34,3
Descarregar	2,99	2	50%	1,5	34,3
Carregar 2º Fecorte canaleta	19,86	2	50%	9,9	34,3
Cortar	2,87	2	50%	1,4	34,3
Descarregar	2,81	2	50%	1,4	34,3
Pegar perfis no rack	1,50	1	100%	1,5	33,2
Carregar Corte Montantino	6,33	1	100%	6,3	33,2
Corte	1,86	1	100%	1,9	33,2
Descarregar	1,87	1	100%	1,9	33,2
Pegar perfis no rack	3,00	3	100%	3,0	32,4
Carregar recorte alma metálica ( Bender )	8,35	3	100%	8,4	32,4
Cortar	7,21	3	100%	7,2	32,4
Descarregar corte	3,82	3	100%	3,8	32,4
Retornar bender posição inicial	1,55	3	100%	1,6	32,4
Carregar	5,30	3	100%	5,3	32,4
Cortar	2,27	3	100%	2,3	32,4
Descarregar perfis	3,91	3	100%	3,9	32,4
Pegar perfis / Molhar arclean	3,28	2	100%	3,3	34,3
Carregar corte	3,88	2	100%	3,9	34,3
Cortar	2,21	2	100%	2,2	34,3
Descarregar perfis	3,53	2	100%	3,5	34,3
Carregar	2,99	4	100%	3,0	32,1
Corte/Descarregar	1,84	4	100%	1,8	32,1
<b>End-Cap</b>					
Retirar aba (Alcate)	2,34	4	100%	2,3	32,1
Ins. End cap	4,87	4	100%	4,9	32,1
Fixar End cap	6,21	4	100%	6,2	32,1
Retirar rebarba ext 1	3,55	4	100%	3,6	32,1
Aplicar cola	6,71	4	100%	6,7	32,1
Retirar rebarba ext 2	3,56	4	100%	3,6	32,1
<b>Moldagem</b>					
Carregar PRE 01	22,73	5	25%	5,7	31,0
Fechar PRE 01	3,19	5	25%	0,8	31,0
Abrir PRE 01	4,62	5	25%	1,2	31,0
Descarregar PRE 01	19,94	5	25%	5,0	31,0
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,59	5	25%	2,9	31,0
Carregar PRE 02	22,73	5	25%	5,7	31,0
Fechar PRE 02	3,19	5	25%	0,8	31,0
Abrir PRE 02	4,62	5	25%	1,2	31,0
Descarregar PRE 02	19,94	5	25%	5,0	31,0
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,59	5	25%	2,9	31,0
Carregar PRE 01	22,73	6	25%	5,7	31,0
Fechar PRE 01	3,19	6	25%	0,8	31,0
Abrir PRE 01	4,62	6	25%	1,2	31,0
Descarregar PRE 01	19,94	6	25%	5,0	31,0
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,59	6	25%	2,9	31,0
Carregar PRE 02	22,73	6	25%	5,7	31,0
Fechar PRE 02	3,19	6	25%	0,8	31,0
Abrir PRE 02	4,62	6	25%	1,2	31,0
Descarregar PRE 02	19,94	6	25%	5,0	31,0
Limpar Molde (Ar. Comprimido)	11,59	6	25%	2,9	31,0
<b>Rebarbar</b>					
Rebarbar	189,60	7	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	8	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	9	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	10	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	11	17%	31,5	33,7
Rebarbar	189,60	12	17%	31,5	33,7
<b>Embalar</b>					
Embalar	13,62	7	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	8	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	9	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	10	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	11	17%	2,3	33,7
Embalar	13,62	12	17%	2,3	33,7
				<b>Total</b>	<b>396,6</b>
					10,1

Fonte: O autor



Figura 17: Tabela e gráfico operadores x takt time e capacidade de máquina x takt time Célula 159, após duplicação da capacidade produtiva.



Fonte: O autor.

Na figura acima é possível notar que os gráficos para operadores e capacidade de máquinas são praticamente os mesmos feitos na simulação da figura 12, mostrando que o processo de duplicação da capacidade produtiva foi concluído de forma eficiente e eficaz.

### 3.4 Agir

O objetivo nesta etapa da melhoria contínua é agir de forma corretiva, melhorando o processo produtivo, aumentando a eficiência, eficácia e aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

Segundo Liker, Jeffrey K (2005) eliminamos o desperdício examinando os recursos disponíveis, reagrupando máquinas, melhorando processos, instalando sistemas autônomos, melhorando ferramentas, analisando métodos de transporte e otimizando a quantidade de materiais disponíveis para o processamento.

Agindo da forma descrita acima, notamos que a sobra de processo proveniente da cortadeira da canaleta (perfil 1105.82) estava abusivamente grande. Enxergamos ali então a possibilidade de diminuir a sobra de processo tornando o produto final mais rentável à empresa.

Devido a especificações de produto, o perfil 1105.82 Canaleta chega à célula de acabamento com um comprimento médio de 1284 mm, sendo que o perfil antes da moldagem possui um comprimento médio de 1248 mm.

A máquina de corte do perfil 1105.82 Canaleta funciona com dois sensores de presença, distantes aproximadamente 1245 mm um do outro, sendo que um dos lados possui um top evitando que o perfil passe além do sensor, por tanto para acionar os cabeçotes de corte, uma das extremidades do perfil deve atingir o top e a outra extremidade do perfil deve ultrapassar o sensor que está alinhado com os cabeçotes de corte. Porém ao efetuar corte a sobra de processo possui em média 37,65 mm, como mostra figura abaixo:

Figura 18: Planilha de comprimento dos perfis extrudados, acabados e sobra de processo.

Canaleta Traseira 326 2V - 1105.82				
Comprimento Padrão Médio Extrusão	Comprimento Padrão Médio Peça Acabada	Sobra de Processo Padrão Média	< Plano de inspeção	
1285	1245	40,00		
Comprimento Real - Extrusão				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
1283,99	1281,86	1286,66	1285,8	1283,05
Comprimento Real - Peça acabada				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
1247,89	1247,72	1247,81	1247,98	1247,92
Sobra de Processo real				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
37,59	38,39	38,77	36,66	36,88
Comprimento Real Médio Extrusão	Comprimento Real Médio Peça acabada	Sobra de Processo Real Média	< Realidade	
1284,00	1247,86	37,658		

Fonte: O autor.

Considerando que o perfil custa R\$ 5,75 por peça, e a peça acabada possui em média 1247,86 mm. Pretende-se diminuir 20 mm de sobra de processo, tornando assim a peça mais rentável a corporação, desta forma em média deixaremos de “jogar fora” anualmente R\$40.196, 26, como mostra figura abaixo:



Figura 19: Planilha referente à diminuição da sobra de processo.

Valor de redução por perfil		19	
1105,82		19	
1284	R\$	5,75	
20		II	
	R\$	0,09	Sobra reduzida x Valor do perfil / Comprimento do perfil
	R\$	152,26	Demanda x Valor da sobra x esquedo e direito
	R\$	3.349,69	Valor total da sobra x dias trabalhados no mês
			Valor total de sobra no mês x numero de meses no ano

Fonte: O autor.

Devido a máquina de corte presente no final do processo de extrusão apresentar uma variação de mais ou menos 5 mm, pretendemos diminuir o comprimento do perfil proveniente da extrusão em 20 mm, passando de 1284 mm para 1264 mm. Par tal procedemos da seguinte forma:

Pegamos 7 (sete) perfis provenientes da extrusão e antes de efetuar a operação de corte, utilizando uma tesoura cortamos 20 mm, deixando o mesmo com o comprimento em média de 1264 mm. Agora efetuamos a operação de corte nos perfis, coletamos as respectivas sobras de processo em média com o comprimento de 17,59 mm.

Como a máquina de corte no final da linha de extrusão apresenta uma variação de mais ou menos 5 mm para os perfis provenientes da extrusão, e a sobra de processo possui um comprimento médio de 17,59 mm. Então na pior das hipóteses o perfil viria com o comprimento de 1259 mm, que não afetaria em nada a operação de corte, pois os sensores de acionamento da cortadeira estão dispostos aproximadamente 1245 mm, o que resultaria uma sobra de processo razoável para realização da operação de corte.

## 4 RESULTADOS

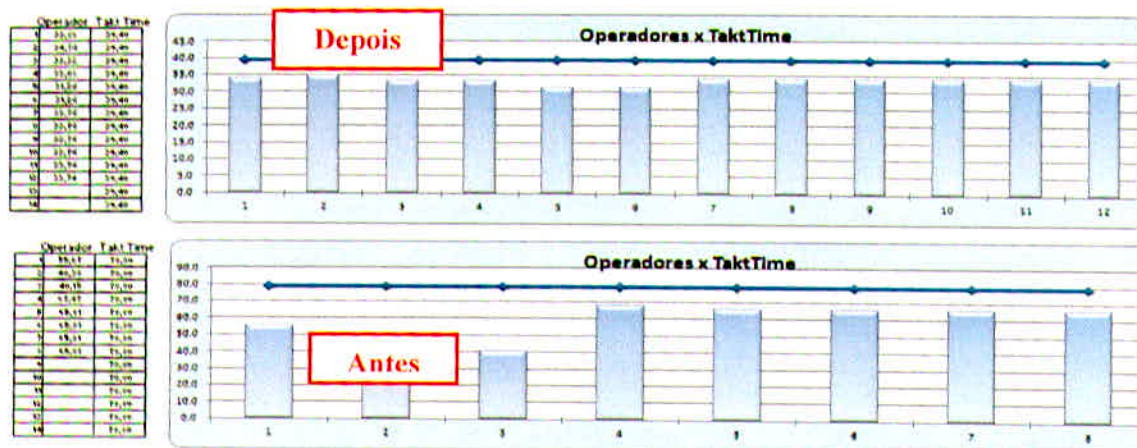
Serão apresentados os resultados encontrados após a análise dos dados coletados em campo.

### 4.1 Duplicação da capacidade produtiva.

Para atingir o objetivo na duplicação da capacidade produtiva da célula 159, foi necessário primeiramente mudar o *lay-out* / fluxo de processo da célula 159, visando distinguir cada área nas etapas de produção (recorte, moldagem e acabamento), devido a integração de mais duas injetoras e uma cortadeira para a canaleta, e mais quatro operadores para compor o time da célula 159.

Pode-se notar um melhor balanceamento de mão de obra na célula após a aplicação da melhoria contínua (ciclo PDCA), onde a distribuição de operações foi feita de modo que nenhum operador tenha tempo ocioso durante o processo, este melhor balanceamento pode ser visto no comparativo da figura abaixo. Onde a linha azul acima é o tempo necessário em segundos para produção de cada peça, levando em conta a demanda, e os cubos abaixo é o tempo gasto por cada operador durante suas obrigações para produzir cada peça, levando em conta o tempo tirado durante o balanceamento de operações.

Figura 20: Comparativo antes e depois da duplicação da capacidade produtiva dos gráficos takt time x cycle time



Fonte: O autor.

O objetivo foi atingido com êxito, visto que na primeira etapa nossa capacidade de produção era de 44,5 peças por hora, passando a ter uma capacidade de produção de 88,2 peças por hora, utilizando para tal apenas mais quatro operadores por turno.

#### 4.2 Redução da sobra de processo.

Como mostra a figura abaixo, conseguimos com êxito reduzir a sobra de processo de uma das cortadeiras, reduzindo a sobra inerente ao processo de corte em R\$20.146,26 ao ano ou R\$ 3.349,69 ao mês, levando em conta que a célula produz ao dia 850 carros e possui no mês 22 dias trabalhados. Para fins de comparação, um operador de produção custa para corporação ao mês, incluindo todos benefícios concedidos pela mesma, em média de R\$2.500,00, é como se a empresa deixa-se de pagar ao mês dentro da célula 159 um pouco mais de um operador.

Figura 21: Planilha completa referente a sobra de processo.

Canaleta Traseira 326 2V - 1105.82				
Comprimento Padrão Médio	Comprimento Padrão Médio	Sobra de Processo Padrão Média	<- Plano de Inspeção	
1285	1245	40,00		
Comprimento Real - Extrusão				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
1283,99	1281,86	1286,66	1285,8	1283,05
Comprimento Real - Peça acabada				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
1247,89	1247,72	1247,81	1247,98	1247,92
Sobra de Processo real				
Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5
37,59	38,39	38,77	36,66	36,88
Comprimento Real Médio Extrusão	Comprimento Real Médio Peça acabada	Sobra de Processo Real Média	<- Realidade	
1284,00	1247,86	37,658		
Sobras = 1 perfil	R\$/perfil	Demanda Carros/dia		
33,13675713	5,75	850		
Valor de redução por perfil				
1105.82				
1284	R\$	5,75		
20		II		
	R\$	0,09	Sobra reduzida x Valor do perfil / Comprimento do p	
	R\$	152,26	Demanda x Valor da sobra x esquadro e direito	
	R\$	3.349,69	Valor total da sobra x dias trabalhados no mês	
	R\$	20.146,26	Valor total de sobra no mês x numero de meses no a	

Fonte: O autor.

## 5 CONCLUSÃO

A metodologia e ferramentas da Melhoria Contínua (Kaizen) mais especificamente o ciclo PDCA pode ser amplamente utilizado para adquirir conhecimento e entendimento de um processo de forma econômica, eficiente e rápida. Para que a utilização dessas ferramentas/metodologias seja um sucesso, o planejamento deve ser cuidadoso e levar em conta: a estabilidade do processo, a escolha adequada das variáveis controladas, que serão incluídas no estudo, ter domínio de todo o processo a fim de obter os melhores resultados possíveis.

Há muito que essas metodologias usadas em grupos de melhorias de uma empresa podem contribuir para os resultados, reduzindo os custos operacionais, melhorando a eficiência e automaticamente beneficiando seus clientes.

O principal objetivo é tornar a célula produtiva, ou seja, produzir de acordo com a necessidade do cliente sem precisar de horas adicionais ou ter que enviar fretes especiais para atender seu pedido.

Com este trabalho, conseguimos duplicar a produção da célula 159, sem que para isto fosse necessário dobrar o número de operadores da célula, auxiliado pelo estudo de tempos e movimentos, e pelo ciclo PDCA da melhoria contínua. Conseguimos também a redução de sobra de processo, com um ganho considerável.

As empresas buscam nestes grupos de melhoria contínua oportunidades de trabalhos como este apresentado, na busca de reduzir o “desperdício” na empresa, um processo enxuto, produtos com custos baixos e qualidade a superar a expectativa exigida pelo cliente, para ser competitivos no mercado tão disputado hoje em dia.

## REFERÊNCIAS

LIKER, Jeffrey K.; **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

IMAI, Masaahy; **Gemba-Kaizen: estratégias do Kaisen no piso de fábrica.** São Paulo: IMAM, 1996.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T.; **A Mentalidade Enxuta nas empresas.** 5.ed. São Paulo: Campos.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick; **Criando Fluxo Contínuo.** Lean Institute Brasil, São Paulo, Versão 1.0, Janeiro 2002.