

ORGANIZAÇÃO E MEDIDA DO TRABALHO :

Estudo de tempos e movimentos no setor de espumação de uma indústria de colchões objetivando um aumento da capacidade produtiva

*André Clementino de Oliveira Santos**
*Israel Oliveira Rocha***
*José Eduardo Vieira Camorim****

1 – INTRODUÇÃO

Objetivando aumentar a capacidade produtiva, estabelecendo uma rotina de trabalho eficiente com o mínimo de custos decorrentes de desperdícios¹ para a empresa, realizou-se um estudo de tempos e movimentos nas atividades fabris numa indústria de espumas e colchões, iniciando-o pelo setor denominado Espumação.

Este setor é fornecedor de toda a fábrica, a qual produz colchões e mantas laminadas, produtos cuja principal matéria-prima é a espuma de poliuretano. O setor em questão desenvolve atividades com quatro operadores, um encarregado de setor e um estagiário, além dos equipamentos os quais um batedor industrial e uma caixa de espumação. Em relação ao bloco de espuma, faz-se necessário citar que este precisa permanecer em estoque pelo menos 24 horas, tempo caracterizado como cura do produto.

O estudo de tempos e movimentos segundo BARNES (1977)

é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido

Desta forma o trabalho avaliou e diagnosticou os problemas referentes à produção de blocos nesta unidade, realizando um projeto de métodos e medida do trabalho a fim de encontrar o melhor método de se executar essa tarefa e determinar o seu tempo padrão e das atividades relacionadas a esta.

A partir da definição de estudo de tempos, identificaram-se os problemas inerentes a este setor, sem, no entanto, esquecer o objetivo principal de aumentar a capacidade produtiva. Esses problemas são enumerados a seguir:

^{*} *Mestre em Engenharia de Produção/PUC-RJ, Prof. Adjunto II – CCET – UNAMA e Prof. Assistente I – CCNT – UEPA*

^{**} *Acadêmicos do Curso de Engenharia de Produção da UEPA*

¹ *Desperdício deve ser entendido como qualquer atividade que não agrega valor ao processo.*

1. Capacidade produtiva média atual limitada a oito blocos fabricados por hora;
2. Falta de padronização das operações, havendo, algumas vezes, improviso em determinadas tarefas;
3. Lay out de produtos acabados (estoque temporário de blocos) desarranjando, propiciando demora no transporte dos blocos ao estoque. Além do comprometimento da qualidade e aumento do risco de acidentes, em função do deslocamento desnecessário da empilhadeira para transportar esses blocos.

Buscaram-se estabelecer as metas deste estudo em função dos problemas descritos anteriormente, desprendendo-se de definições pré-estabelecidas, realizando um estudo aplicado às realidades da empresa e ao setor em questão. Utilizando-se do estudo de tempos e movimentos objetivou-se:

1. Aumentar a capacidade produtiva para dez blocos fabricados por hora;
2. Padronizar as atividades de cada operador, fornecendo treinamento necessário em relação ao método de trabalho preferido, diminuindo o ócio e aumentando a eficiência;
3. Estabelecer uma rotina de estocagem eficiente, aproveitando ao máximo a área existente, diminuindo o tempo para estocar blocos além de favorecer a qualidade do produto acabado.

Neste estudo utilizou-se do método de amostragem de dados, realizando coletas

diárias de cronometragens a fim de encontrar o tempo padrão das operações além de realizar análise descritiva das etapas de produção e lay out do setor.

2 – PROJETO DE MÉTODOS E MEDIDA DE TRABALHO

2.1 – ANÁLISE DO MÉTODO ATUAL

Nesta primeira etapa do estudo analisaram-se fatos e dados relacionados às atividades do setor de Espumação, buscando-se identificar as principais causas que contribuem para não se alcançar as metas deste setor. Utilizaram-se, num primeiro momento, as ferramentas as quais são descritas a seguir.

2.1.1. CICLO PDCA

Trata-se de um método que visa a controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas diversas atividades que compõem um tarefa. É um eficiente modo de avaliar a melhoria do processo, além de evitar erros nas análises, tornando as informações mais precisas e confiáveis.

Para SLACK (1997), o PDCA é a seqüência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades. Esta definição é visualizada através da Figura 1 que se vê na página seguinte.

Como se pode observar, o processo de solução de problemas é composto por quatro etapas distintas. Nesta fase inicial de estudo utilizou-se das ferramentas descritas na primeira etapa do gráfico a fim de identificar os problemas e suas causas (principais e secundárias) para posterior análise e definição de ações a serem tomadas para se atingir os objetivos.

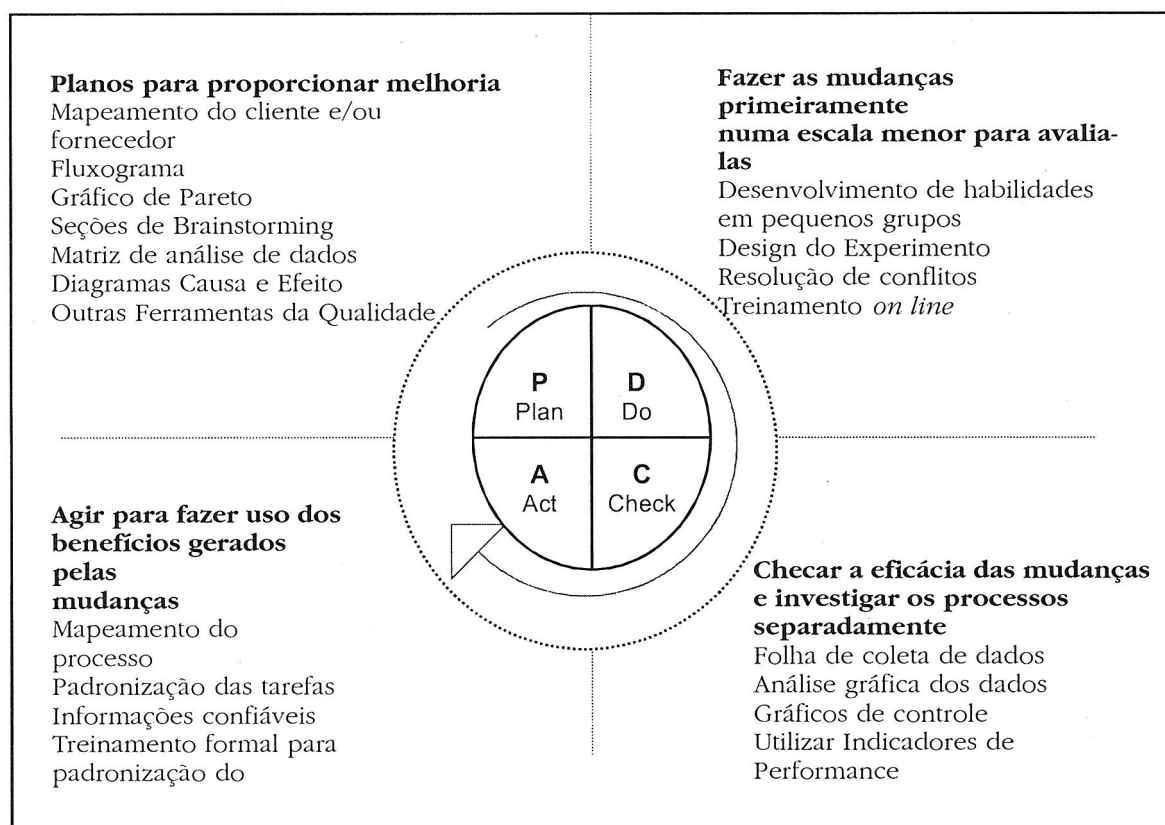


Figura 1: Ciclo PDCA

2.1.2. CURVA ABC

Esta ferramenta visa a classificar os itens em estoque em três classes, designados pelas letras A, B e C. Os itens de classe A são os de maior ou menor quantidade produzida e de maior valor unitário. A classe C constitui dos itens de maior quantidade e menor custo unitário. Os itens da classe B são os intermediários da classe A e C. MACHLINE (1990)

Tornou-se imprescindível o uso da classificação ABC em função da variação de densidade dos blocos fabricados, ocasionando, desta forma, uma diversidade de produtos químicos utilizados na produção destes. Com as informações do gráfico visualizou-se, além da produção média diária, que o processo não terá muitos

setups, visto que quanto maior a variedade de blocos produzidos, maior será o tempo despendido com preparação das operações, e neste caso mais de 81% da produção concentra-se em cinco produtos.

Entende-se que o tempo de Setup estudado seria o tempo gasto com preparo de operação, como lavagem do batedor, preparação e limpeza da caixa de espumação. Seguindo a definição de MARTINS (1999), *define-se setup, ou preparação, como o trabalho feito para se colocar o equipamento em condições de produzir uma nova peça em produção.*

Após análise dos últimos três meses se verificaram os blocos mais produzidos durante esse período. Essa informação será necessária para o enfoque do estudo de tempos a ser realizado.

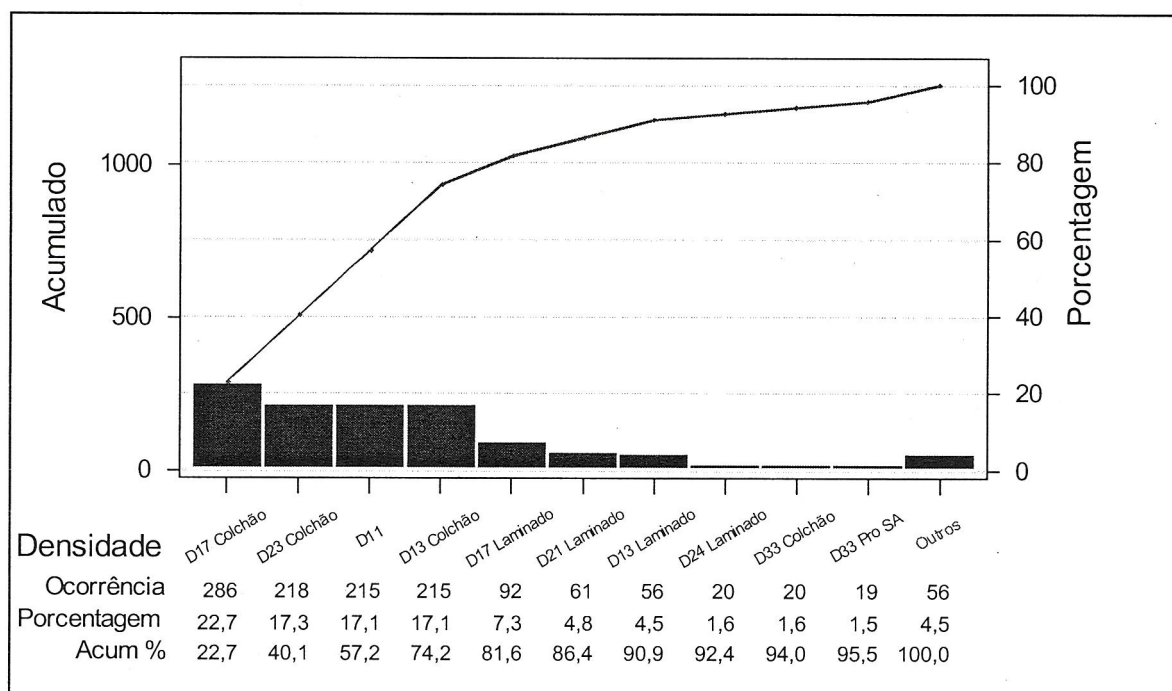


Figura 2: Curva ABC na produção de blocos de espuma

2.1.3. BRAINSTORMING

Trata-se de uma ferramenta bastante útil quando usada corretamente na busca de um maior esclarecimento sobre uma determinada questão. Para obter sucesso com essa técnica, faz-se necessária a participação efetiva de todos os envolvidos na solução do problema, tendo suas ações direcionadas por um líder que ficará responsável pelo melhor andamento da discussão sem, no entanto, inibir qualquer tipo de pensamento que venha a surgir por mais absurdo que seja.

Em relação a essa questão ARAÚJO (2001) diz:

Brainstorming constitui recurso utilizado por um grupo de pessoas para rapidamente gerar, esclarecer e avaliar uma lista de idéias, problemas e pontos para discussão. Excelente para captar o pensamento criativo de uma equipe, o importante, aqui, é a quantidade de idéias apresentadas e não a qualidade dessas idéias

Daí percebe-se a importância de incentivar e preparar a equipe nesse tipo de reunião, a fim de que surja essa quantidade de idéias, fundamental para o sucesso do encontro.

Realizaram-se duas sessões de Brainstorming com todos os envolvidos no processo, e, antes do início da reunião, fora mostrada toda a metodologia da técnica a ser empregada. As idéias, pensamentos surgidos são descritos no gráfico que segue em anexo.

2.1.4. GRÁFICO CAUSA E EFEITO

A partir do Brainstorming foram identificadas as diversas causas que contribuem para um indesejado efeito. Algumas delas absurdas, outras pouco prováveis, restando aquelas as quais contribuem efetivamente no processo.

Esses fatores serão distribuídos em classes através de um gráfico com diversas

ramificações, similar a um espinha de peixe, desenvolvido por Ishikawa em 1943 para explicar como vários fatores poderiam ser comuns e estar relacionados entre si.

Baseando-se em MONTGOMERY (1998),

quando um defeito, erro ou problema fora identificado e isolado para uma melhor análise, é necessário analisar causas potenciais deste indesejável efeito. Em situações onde as causas não são óbvias (mas algumas vezes elas são) o diagrama Causa-Efeito é uma ferramenta formal freqüentemente útil na descoberta de causas potenciais. Esta ferramenta é formalizada/construída pelo time de controle da Qualidade para identificar áreas potencialmente problemáticas no processo

Constrói-se o gráfico de Ishikawa no intuito de priorizar ações em função das

causas principais e, posteriormente, atentar para as causas potenciais ou secundárias.

2.1.5. GRÁFICO DE PARETO

Através do gráfico causa e efeito visualizaram-se diversos problemas onde atuar, todavia não se pode atacar todos esses de uma só vez. O gráfico de Pareto surge como opção para priorizar ações, de modo a conduzir o processo de solução de problemas àqueles mais representativos. No caso em questão, o problema são os atrasos do processo produtivo (efeito), gerados pelas causas descritas no gráfico anterior, entretanto nem todas essas causas contribuem significativamente para o efeito, como será observado através do gráfico. As causas menos significativas (secundárias) merecerão atenção maior após a solução desses problemas mais representativos. A orientação das atitudes a serem tomadas, pode ser ilustrada através de **SLACK (1997)**:

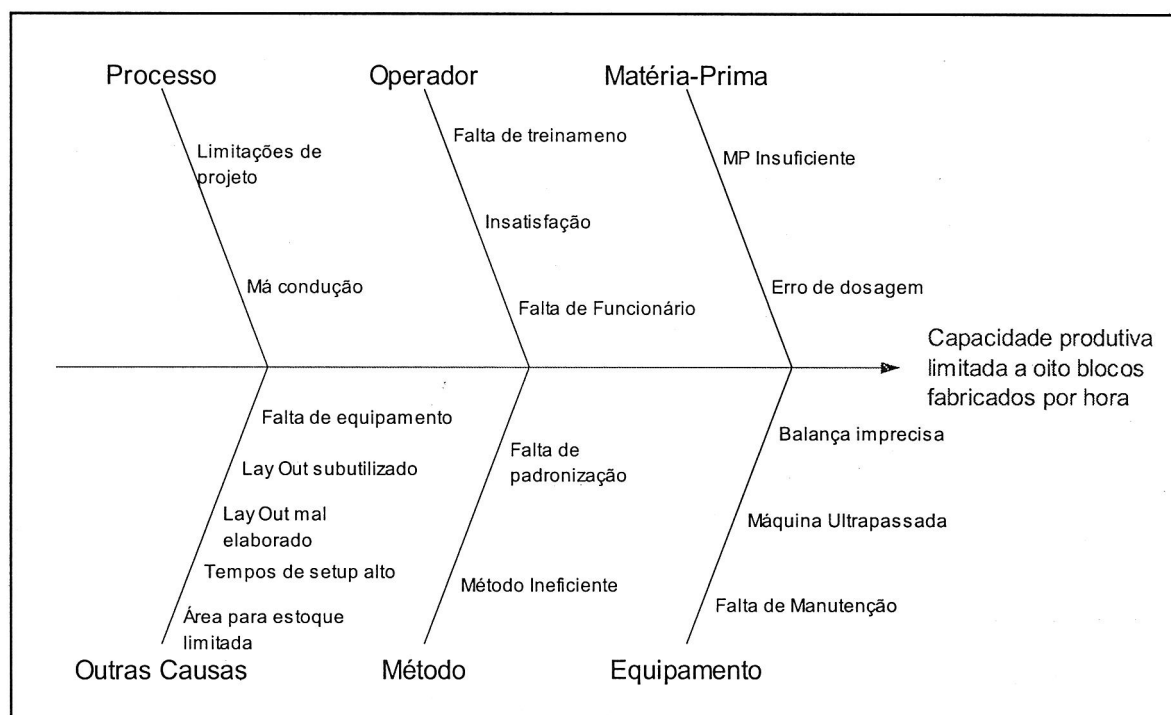


Figura 3: Gráfico Causa e Efeito dada a limitação da capacidade produtiva

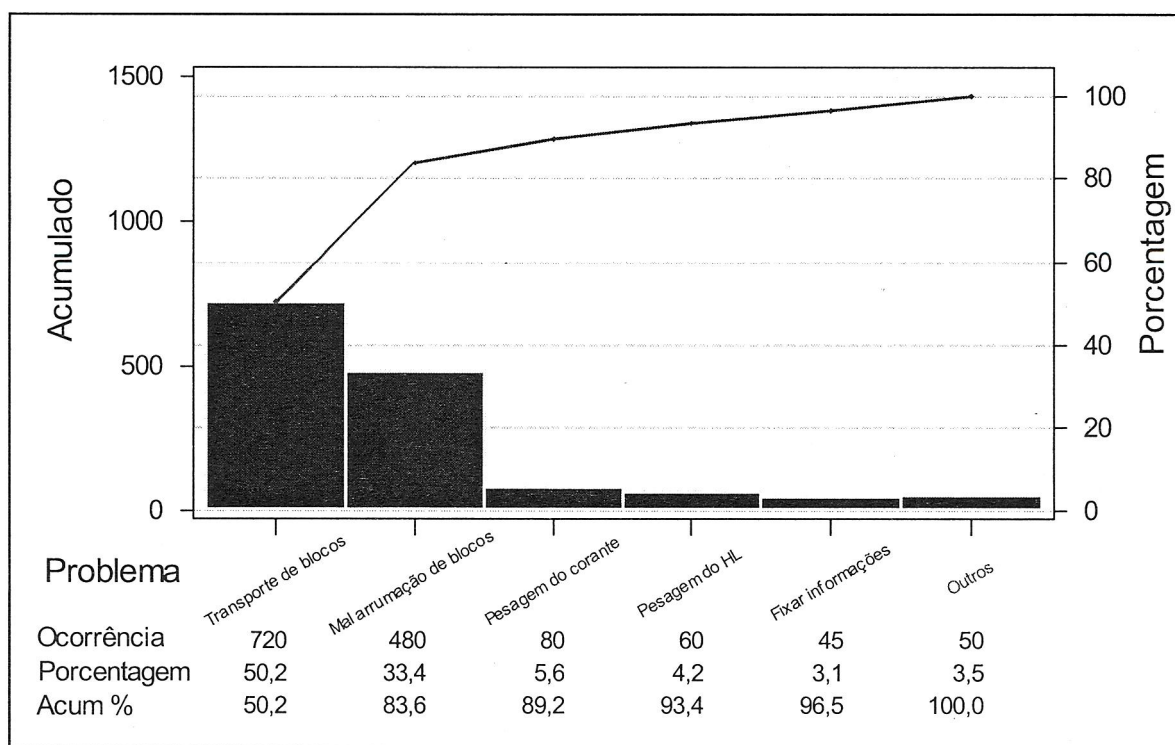


Figura 4: Gráfico de Pareto representado as causas dos atrasos no setor de espumação

em qualquer processo de melhoramento, vale a pena distinguir o que é importante do que é menos importante. O propósito do diagrama de Pareto, é distinguir as questões “pouco vitais” das “muitos triviais”. É uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informações nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância. Isso pode ser usado para destacar áreas onde investigações adicionais podem ser úteis

Baseando-se em dados do processo produtivo, coletados através de observações preliminares ao estudo de tempos, expôs-se de forma gráfica, de forma clara e coesa, as atividades responsáveis por atrasos na produção de blocos de espuma.

2.1.6. FLUXOGRAMA

Utilizou-se desta ferramenta na tentativa de identificar as diversas atividades

que constituem a fabricação de blocos, seqüenciando essas atividades passo a passo para que seja possível identificar a utilidade de cada etapa do processo, delimitando seus pontos iniciais e finais. Além de buscar um melhor entendimento sobre possíveis modificações na seqüência atual das operações, tornando-as mais adequada às pessoas que as executam.

BARNES (1977) discorre sobre esta ferramenta,

gráfico de fluxo do processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, afim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. O gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica, ou durante uma série de ações

A partir de diversas observações do processo de fabricação de blocos de espuma,

conseguiu-se descrever graficamente todas as atividades de homem e máquina deste setor, numa forma clara e concisa. Essa análise do processo segue em anexo.

2.1.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO ATUAL

Em função do que fora apresentado anteriormente, enumeraram-se as seguintes observações:

1. Praticamente toda a produção do setor de Espumação concentra-se em cinco blocos de diferentes densidades, os quais D17 colchão, D23 colchão, D11, D13 colchão e D17 laminado. Tais blocos apresentam tempos médios de produção próximos, viabilizando um estudo de tempos nesse setor.
2. Ao iniciar o estudo tinha-se em mente as causas principais que levariam a limitação produtiva desse setor, todavia através do Brainstorming identificaram-se causas secundárias e não menos importante que necessitavam de uma maior atenção.
3. O gráfico de Ishikawa, neste caso, serviu como uma ferramenta burocrática com a finalidade de priorizar ações em função das causas consideradas principais.
4. Ao estudar o fluxo de atividades graficamente, observou-se que se tratava de um setor organizado onde cada operador tem noção de sua função. Essa ferramenta foi de grande importância no auxílio de possíveis intervenções no processo. Possibilitou a visualização do tempo médio de ciclo, fato fundamental no estudo de tempos.
5. Através do gráfico de Pareto observou-se que mais de 80% dos tempos com atrasos são consequência de um método

para movimentação de produtos acabados ineficientes, enquanto que as outras causas estão relacionadas à realização de serviços de pesagem manual.

2.2. ESTUDO DE TEMPOS MOVIMENTOS

As principais experiências com estudo de tempos surgiu em meados de 1900 através de *Frederick Taylor* na *Midvale Steel Company*, quando era observado uma baixa produtividade no processo desta companhia. Desta forma buscaram-se melhorias, alterando simplesmente o estilo de gerenciamento de modo que os interesses dos trabalhadores e da empresa fossem comuns. Anos mais tarde todas as suas conclusões foram reunidas num compêndio denominado *Princípios de Administração Científica*, onde discorre sobre a racionalização dos trabalhos realizados numa unidade industrial.

Trata-se de um das melhores ferramentas no campo da Engenharia quando se deseja determinar a eficiência no trabalho através da determinação de padrões para os programas de produção e redução de custos industriais.

2.2.1. ESTRUTURA DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

CONTADOR (1998) define a estrutura do estudo de tempos e movimentos iniciando-o de uma análise geral para uma análise mais detalhada. Desta forma procurou-se analisar o processo de fabricação de blocos como um todo, identificando passo a passo quais as prioridades para um estudo mais detalhado.

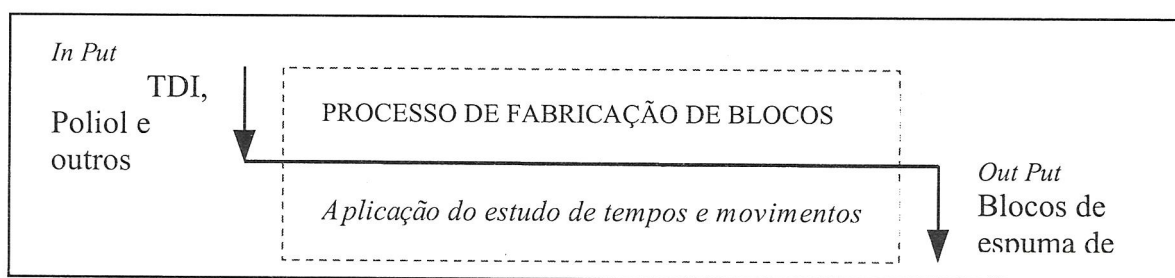


Figura 4: Gráfico geral do processo de fabricação de blocos

A etapa seguinte, após ter-se um panorama completo do processo, foi dividir este em atividades com seus respectivos elementos os quais serviriam de alvo do trabalho, a fim de aproveitar o máximo os operadores e equipamentos utilizados.

2.2.2. ESTUDO DE MOVIMENTOS

O estudo de movimentos tem por objetivo identificar os elementos componentes dos movimentos do operador, visa, principalmente, à melhoria de métodos e posterior fixação do tempo padrão

MACHLINE (1990). Esta etapa é parte preliminar da organização e medida do trabalho e visa a obter todos os elementos das operações além de identificar áreas onde o trabalho possa ser racionalizado.

Esta etapa de identificação dos elementos constituintes das diversas operações já fora feito anteriormente e expressa graficamente através do fluxograma (anexo 2). O quadro 1 trata-se de um resumo explicativo das operações do setor de Espumação, o início do estudo de movimentos, pois análises mais profundas foram realizadas e serão mostradas adiante.

OP1	OP2	OP3	OP4	BATEDOR
Pesagem, mistura e movimentação de aditivos	Pesagem e movimentação de aditivos	Realizar setups e movimentação de produto acabado	Realizar setups e movimentação de produto acabado	Dosagem e processamento de MP
Dosar água	Despejar cloreto	Abrir caixa de espumação	Medir altura do bloco	Dosagem de TDI e Polioliol
Pesar estanho	Pesar cloreto	Retirar carrinho	Anotar dados	Despejo de TDI e Polioliol no batedor
Misturar amina, silicone e água	Deslocar para o batedor	Preparar caixa	Fixar ficha com termômetro	Bater TDI e Polioliol
Pesar amina	Despejar carbonato	Deslocar carro para dentro	Limpeza da caixa	Transporte do batedor
Deslocar para batedor	Pesar carbonato	Fechar caixa de espumação	Colocar corante	Despejo de TDI e Polioliol na caixa
Despejar mistura	Deslocamento do batedor	Despejar bloco	Abrir parte lateral da caixa	Transporte de volta do batedor
Despejar estanho	Despejar TDI e Polioliol	Preparação do carrinho	Despejar bloco	
Deslocar de volta	Deslocamento de volta do batedor		Preparação do carrinho	
Regular altura do bloco				
Abrir caixa				

Quadro 1: Resumo das atividades do setor de Espumação

Como se pode observar através do quadro 1, o setor de Espumação desenvolve suas atividades com quatro operadores e um batedor industrial, pois as operações de maior importância, levando em consideração algumas atividades de *setup* e desconsiderando os tempos com atrasos e falhas de equipamento, são descritas nesse quadro e orientaram a próxima etapa do estudo de tempos. Essas operações desenvolviam-se numa área de 432 m².

O operador (OP) 1 realizou todas as suas atividades em ritmo constante e sem maiores modificações na rotina de trabalho, apresentando momentos de ócio considerados normais como fora observado em relação a todos os operadores. O operador 2 pesava três tipos diferentes de aditivos químicos e interagiu com o batedor industrial, além do OP 1 todavia este com menor frequência, realizando a movimentação de ida e volta deste à caixa de espumação além das atividades de inspeção. Em relação às suas atividades de pesagem foram observadas grandes oscilações na carga que era pesada e transportada manualmente ao batedor, o que incitou um estudo sobre a automação de algumas das suas tarefas. A carga pesada e transportada por este OP varia de acordo com o bloco a ser produzido e é demonstrada no quadro 2.

Em relação aos operadores 3 e 4, suas atividades muitas vezes eram realizadas em conjunto e não seguiam uma rotina rígida, atividades como limpeza e preparação da caixa de espumação, despejo de blocos recém produzidos e preparação do carrinho, não tinham uma maneira fixa de se realizar, o que não impedia um estudo de tempos com esses operadores, mas o dificultava bastante.

O batedor industrial apresentava um sistema de pesagem eletrônica para dois dos principais elementos para produção da espuma de poliuretano e funcionava sem apresentar falhas que atrasassem as operações do setor, não apresentava ócio, exceto aqueles causados por setups.

Os blocos produzidos eram estocados de forma temporária numa área de aproximadamente 155 m² sem nenhuma organização, o que dificultava o posterior transporte destes para armazenagem, pois iriam permanecer durante o período de cura. O transporte era realizado por uma empilhadeira a qual era acionada a retirar os blocos da área somente quando havia estourado seu limite para armazenagem.

Resumindo, os gargalos do processo concentravam-se em atividades de pesagem e no método de armazenagem de produtos acabados, esse último causava paradas de até 30 minutos por dia em uma produção

<i>Densidade do bloco</i>	<i>QTD Aditivo 1 (kg)</i>	<i>QTD Aditivo 2 (kg)</i>
D17 colchão	9	13
D13 colchão	13	-
D23 colchão	4	10
D11	27	-
D17 laminado	10	-
D21 laminado	3	-
D33 colchão	-	30

Quadro 2: Produtos pesados e transportados pelo OP 2

MAPEAMENTO DO SETOR DE ESPUMAÇÃO	DADOS
TEMPO DE CICLO	
Tempo médio de processamento (horas)	4
Tempo médio representado por atrasos em um turno de trabalho (minutos)	30
Tempo médio de ciclo para uma peça (minutos)	6
Tempos estimados de <i>setups</i> (minutos/hora de produção)	9
Tempo para movimentação dos blocos para armazenagem	3,5 a 6
INDÍCES DE CAPACIDADE	
Produção esperada por hora	10
Produção média por hora	8
Produção máxima apresentada	9
Produção mínima apresentada	7
Produção máxima em 6 horas (um turno de trabalho)	48
UTILIZAÇÃO	
Unidades de equipamento	1
Números de turno por dia	1
Horas por turno	6
Números de supervisores	2
Horas por pessoa por semana	30
Taxa de utilização dos recursos disponíveis (%)	66,7

Quadro 3: Informações adicionais sobre o processo de fabricação de blocos de espuma

média diária de 30 blocos. Um panorama geral do processo será vislumbrado através do quadro 3.

Todos esses dados foram encontrados durante o período de observação das operações, sendo alguns destes fornecidos pelos próprios operadores.

2.2.3. CRONOMETRAGEM

Nesta etapa buscou-se utilizar a melhor técnica de coleta de dados a fim de obter os melhores resultados na determinação do tempo padrão das operações. Baseando-se em experiências de outros pesquisadores acerca do assunto, optou-se pela cronometragem direta. BARNES (1977) reforça essa opção, a cronometragem direta

é o método mais empregado na indústria para a medida do trabalho.

Como a maioria dos procedimentos para a realização da cronometragem já foram realizados, como a construção do gráfico de fluxo de processo e divisão das tarefas em atividades, restou realizar a sequência de observações utilizando-se desses dados. Foram realizadas diversas sessões aleatórias de observação que chegavam a durar um turno inteiro de trabalho.

Para a realização desta etapa fez-se uso de cronômetro decimal, folha de observações e prancheta, como usualmente se procede. A folha de observações segue em anexo, enquanto que os resultados das cronometragens dos operadores seguem nos quadros 4,5,6 e 7.

ETAPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos a cronometrar
Dosar água	24,94	26	25	23	25	26	24	25	25	26	2,05
Pesar estanho	5,2	7,69	7,19	7,76	5,99	6,32	7,6	7,51	5,55	6,7	28,10
Misturar amina, silicone e água	12,8	12,07	13,22	15,8	13,8	12,77	16,53	13,38	14,86	14,8	15,28
Pesar amina	6,89	7,25	7,72	8,7	7,63	7,99	7,63	8,25	8,8	8,36	8,69
Deslocar para batedor	4,65	6	4,1	5,8	4,8	4,7	5,08	4,67	5,11	5,42	18,92
Despejar mistura	10,67	15,11	13,67	10,43	13,25	15,05	14,09	14,3	16	15,58	27,74
Despejar estanho	20,89	17,39	18,3	18,06	21,23	16,8	16,7	18,01	17,95	19,6	10,53
Deslocar de volta	4,65	6	4,1	5,8	4,8	4,7	5,08	4,67	5,11	5,42	18,92
Regular altura do bloco	79	80	76,5	77,7	83	82,56	81,1	82,3	83,25	81,6	1,20
Abrir caixa	11	12,39	11,67	12,2	13	11,5	12,7	12,63	12,54	12,32	3,71
SOMA – MÉDIA	180,7	189,9	181,5	185,3	192,5	188,4	190,5	190,7	194,2	195,8	13,52

Quadro 4: Tempos cronometrados do operador 1

ETAPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos a cronometrar
Despejar cloreto	4,39	5,81	4,23	4,73	3,8	5,6	5,4	4,3	4,73	6,3	38,57
Pesar cloreto	18,55	26,35	16,16	12,45	35,58	17,33	19,4	32,77	18,23	41,86	241,22
Deslocar para o batedor	2,3	2,5	2,2	2,5	2,4	2,3	2,1	2,2	2,2	2,1	6,03
Despejar carbonato	9,1	10,43	9,01	8,72	11,2	7,75	9,25	8,77	9,22	11,2	20,32
Pesar carbonato	12,25	15,25	15,36	12,13	15,87	15,89	13,8	12,07	12,18	16,95	25,89
Deslocamento do batedor	7,9	8	7,9	7,98	8,1	8,21	7,98	7,87	7,89	7,99	0,25
Despejar TDI e Polioli	8,5	8,76	8,56	8,45	8,38	8,59	8,36	8,57	8,25	8,59	0,42
Deslocamento de volta do batedor	7,9	8	7,9	7,98	8,1	8,21	7,98	7,87	7,89	7,99	0,25
SOMA – MÉDIA	70,89	85,1	71,32	64,94	93,43	73,88	74,27	84,42	70,59	103	41,62

Quadro 5: Tempos cronometrados do operador 2

ETAPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos a cronometrar
Abrir caixa de espumação	13,73	13,6	13,8	13,99	14,11	13,25	14,36	14,58	13,28	13,12	1,80
Retirar carrinho	24,1	23,88	21,69	20,9	21,58	23,25	22,65	20,75	23,21	20,18	5,60
Preparar caixa	42,25	53,64	53,2	59,73	58,72	44,25	44,39	45,85	42,36	46,25	26,57
Deslocar carro para dentro	22,43	20,31	24,85	19,85	23,21	21,62	22,51	18,18	21,39	21,28	10,75
Fechar caixa de espumação	20,5	20,99	23,47	20,91	20,39	22,58	23,11	21,23	21,39	21,26	3,62
Despejar bloco	35,26	30,04	41,73	30,53	35,4	41,35	36,25	39,65	32,56	38,52	19,52
Preparação do carrinho	32,25	39,5	38,56	40,25	40,39	40,12	41,13	40,25	40,89	42,36	7,00
SOMA – MÉDIA	190,5	202	217,3	206,2	213,8	206,4	204,4	200,5	195,1	203	10,69

Quadro 6: Tempos cronometrados do operador 3

ETAPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos a cronometrar
Medir altura do bloco	5,99	6,02	6,95	5,27	5,11	5,65	6,01	7,25	7,44	6,8	24,61
Anotar dados	6,33	7,42	7,12	8,01	6,9	8,12	7,58	6,89	7,54	7,34	7,82
Fixar ficha com termômetro	10,11	11	8,4	8	10,17	7,5	7,25	8,69	8,25	8,36	28,74
Limpeza da caixa	23,97	23,56	24	25,68	26	27	26,5	25,5	24,5	23	4,19
Colocar corante	45,5	46	47,11	48,09	46,12	44,5	45,1	46,35	41,25	43,65	2,58
Abrir parte lateral da caixa	8,36	10,19	8,25	6,81	6,8	8,7	8,28	8,69	9,1	8,12	20,81
Despejar bloco	40,5	45,39	41	42,32	35,5	32,6	38	32,87	36,45	37	16,85
Preparação do carrinho	36,02	36,05	39,4	43,63	35,73	30,15	36,03	39,4	43,63	35,73	16,89
SOMA – MÉDIA	176,8	185,6	182,2	187,8	172,3	164,2	174,8	175,6	178,2	170	15,31

Quadro 7: Tempos cronometrados do operador 4

Após a obtenção dos dados através da cronometragem foi necessário eliminar as leituras discrepantes, seja estas ocasionadas por leituras errôneas do

cronômetro ou por fatores especiais. Nesta etapa fora preciso muita atenção, visando não excluir os elementos excessivamente longos ou curtos pertencentes ao processo,

cita-se como exemplo o tempo de pesagem de alguns produtos químicos os quais variam de acordo com a densidade do bloco a ser produzido.

Ao eliminar uma leitura cronometrou-se outro tempo e o colocou no lugar da leitura excluída, assim fechou-se o quadro de cronometragens para cada atividade.

Somou-se aos tempos de cada elemento da operação, nos quadros 4, 5, 6 e 7, um item denominado número de ciclos a cronometrar o qual fora calculado para dar confiabilidade aos dados obtidos de forma a saber se dez cronometragens realmente seriam suficientes para alcançar os objetivos de um estudo de tempos. O estudo de tempos é um processo por amostragem, portanto quanto maior o número de ciclos cronometrados maior será a representatividade dos resultados obtidos com esse estudo BARNES (1977), todavia ao cronometrar o número mínimo necessário de ciclos, ganhou-se com um trabalho conciso e coeso, já que um número maior de observações não agregaria valor nenhum ao estudo, pois o mesmo resultado seria alcançado com um número maior de observações.

O número de ciclos a cronometrar é calculado de acordo com a equação 1:

$$N' = \left[\frac{40N}{\sum X} \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2 / N}{N-1}} \right]^2 \quad \text{Equação 1}$$

Percebe-se, então, ao aplicar a equação 1 nas cronometragens dos elementos, que dez observações foram suficientes para um estudo de tempo eficaz.

2.2.4. AVALIAÇÃO DO RITMO E DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL E PADRÃO

O ritmo de trabalho de um operador é um assunto ligado à fisiologia, todavia não

se pode permitir um maior desgaste físico do operador e nem deixar de cobrar um alto rendimento deste.

Para encontrar o tempo representativo para cada elemento usou-se a média aritmética das leituras do cronômetro por se tratar do método mais comum fácil de se aplicar no tratamento de dados. A média aritmética é calculada segundo a equação 2.

$$TM = \frac{\sum X}{N} \quad \text{Equação 2}$$

A avaliação do ritmo coube ao julgamento da equipe de estudo de tempos, baseando-se nas observações dos tempos despendidos para cada elemento. Assim, levando em consideração a experiência dos operadores na função que exercem, o baixo índice de ociosidade e de erros de operação, classificou-se todos os integrantes deste setor como acima do normal, cuja eficiência normal ou ritmo normal segundo MACHLINE (1990) representa o esforço que pode ser exercido continuamente durante as horas usuais de serviço por um homem de constituição física e aptidões normais, sem provocar o aparecimento de efeitos prejudiciais à saúde.

Utilizou-se do quadro 8 para encontrar o valor do índice de avaliação, que pode ser chamado também de velocidade do operador.

Ritmo de trabalho	Valor do índice de avaliação
Acima de excelente	1,25
Excelente	1,20
Acima de bom	1,15
Bom	1,10
Acima do normal	1,05
Normal	1
Abaixo do normal	0,95
Regular	0,90
Abaixo do regular	0,85
Sofrível (baixo)	0,80
Abaixo do sofrível	0,75

Quadro 8: Relação de ritmo do trabalho com o índice de avaliação (MACHLINE, 1990)

O índice de avaliação (I_a) é aplicado ao tempo médio (TM) de cada atividade de modo a encontrar o tempo normal da operação, que é assim definido por BARNES (1977), representa o tempo que um operador treinado e qualificado, trabalhando num ritmo normal, levaria para completar um ciclo da operação. A equação 3 ilustra o cálculo do tempo normal.

$$TN = TM \times I_a \quad \text{Equação 3}$$

Como os operadores avaliados foram classificados como acima do normal tendo, consequentemente, um índice de avaliação constante de 1,05, o cálculo do tempo normal das atividades irá resumir-se à:

$$TN = TM \times 1,05 \quad \text{Equação 4}$$

O tempo normal de uma operação não considera as tolerâncias, todavia um operador não permanecerá um turno inteiro de trabalho sem nenhuma interrupção. Entre as tolerâncias para interrupção estão as necessidades pessoais do operador, fadiga, e aquelas geradas por forças externas.

O tempo padrão é igual ao tempo normal adicionado a essas tolerâncias, segundo BARNES (1977) o tempo padrão deve conter a duração de todos os elementos

da operação e, além disso, deve incluir o tempo para as tolerâncias necessárias. Esse tempo é calculado segundo a equação 5.

$$TP = TN \times \frac{100}{100 - \text{Tolerâncias}(\%)} \quad \text{Equação 5}$$

O cálculo do tempo para interrupções considerou além das tolerâncias pessoais, tolerâncias relacionadas à fadiga gerada pelo ambiente de trabalho em função de fatores tais como atmosfera quente e úmida, uso de EPI para respiração, o que gera dificuldade de respiração, e uso de esforço físico demais. Levando em consideração esses fatores estipulou-se um fator de tolerância mais elevado em relação àqueles usualmente usados para cálculo de tempo padrão. Foi fixado um valor de 20% do turno de trabalho para interrupções, sejam essas inevitáveis ou não.

Considerando o exposto anterior a equação 5 resume-se a:

$$TP = TN \times 1,25 \quad \text{Equação 6}$$

Os quadros 9,10,11 e 12 fornecerão todos os dados encontrados com o uso das equações citadas anteriormente, finalizando o estudo de tempos.

ETAPAS	Tempo médio	Tempo normal	Tempo padrão
Dosar água	24,99	26,24	37,49
Pesar estanho	6,75	7,09	10,13
Misturar amina, silicone e água	14,00	14,70	21,00
Pesar amina	7,92	8,32	11,88
Deslocar para batedor	5,03	5,28	7,55
Despejar mistura	13,82	14,51	20,72
Despejar estanho	18,49	19,42	27,74
Deslocar de volta	5,03	5,28	7,55
Regular altura do bloco	80,70	84,74	121,05
Abrir caixa	12,20	12,80	18,29
SOMA	188,94	198,387	283,41

Quadro 9: Cálculo do tempo normal e tempo padrão das atividades do OPI

ETAPAS	Tempo médio	Tempo normal	Tempo padrão
Despejar cloreto	4,93	5,18	7,39
Pesar cloreto	23,87	25,06	35,80
Deslocar para o batedor	2,28	2,39	3,42
Despejar carbonato	9,47	9,94	14,20
Pesar carbonato	14,18	14,88	21,26
Deslocamento do batedor	7,98	8,38	11,97
Despejar TDI e Poliol	8,50	8,93	12,75
Deslocamento de volta do batedor	7,98	8,38	11,97
SOMA	79,18	83,14	118,77

Quadro 10: Cálculo do tempo normal e tempo padrão das atividades do OP2

ETAPAS	Tempo médio	Tempo normal	Tempo padrão
Abrir caixa de espumação	13,78	14,47	20,67
Retirar carrinho	22,22	23,33	33,33
Preparar caixa	49,06	51,52	73,60
Deslocar carro para dentro	21,56	22,64	32,34
Fechar caixa de espumação	21,58	22,66	32,37
Despejar bloco	36,13	37,94	54,19
Preparação do carrinho	39,57	41,55	59,36
SOMA	203,91	214,11	305,87

Quadro 11: Cálculo do tempo normal e tempo padrão das atividades do OP3

ETAPAS	Tempo médio	Tempo normal	Tempo padrão
Medir altura do bloco	6,25	6,56	9,37
Anotar dados	7,33	7,69	10,99
Fixar ficha com termômetro	8,77	9,21	13,16
Limpeza da caixa	24,97	26,22	37,46
Colocar corante	45,37	47,64	68,05
Abrir parte lateral da caixa	8,33	8,75	12,50
Despejar bloco	38,16	40,07	57,24
Preparação do carrinho	37,58	39,46	56,37
SOMA	176,76	185,59	265,13

Quadro 12: Cálculo do tempo normal e tempo padrão das atividades do OP4

2.2.5. IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO PREFERIDO

Ao observar o resultado do estudo de tempos, percebe-se um processo padronizado e, conseqüentemente, previsível. Algumas exceções foram observadas nas atividades do OP2 e OP4, e algumas pesagem de pesagem de aditivos químicos causaram discrepâncias nas cronometragens, tornando essas atividades passíveis de modificações, seja através de mudança na metodologia da operação seja, mais provavelmente, automatizando alguns elementos da operação.

Em relação ao estudo de movimentos, fora observado as operações que mais representavam atraso no processo de fabricação de blocos. A atividade de transportar blocos recém fabricados para armazenagem e a estocagem destes mesmos blocos na área cujo processo se desenvolvia, eram responsáveis por mais de 80% do tempo perdido por atrasos, como já fora citado anteriormente. Como tratava-se de movimentação de material, foi necessário classificar qual tipo de movimentação essas operações caracterizavam.

Existem três tipos de movimentação de material, a movimentação em sequência de circulação, movimentação secundária e movimentação operacional. Este último tipo é definido por MACHLINE (1990) como movimentos que integram métodos de

trabalho, esse tipo de movimentação é caracterizado por constantes intervenções homem-máquina, e sendo dentre os três tipos citados aquela a qual caracteriza o processo de movimentação de material no setor de espumação.

A próxima etapa constitui-se de aplicar os princípios fundamentais do transporte interno para a solução desses problemas, desenvolvendo um método de trabalho eficiente, minimizando atrasos e a fadiga do operador.

2.2.5.1. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO TRANSPORTE INTERNO

Trata-se de princípios de racionalização do trabalho, baseados em experiência de diversos autores. Podem ser classificados também como pontos de referência os quais têm um largo alcance prático. Serviram para verificar a organização e eficiência atual do transporte de blocos e indicar novas soluções para obter-se um método eficiente, conciso e coeso.

Resumindo, as teorias concernentes aos princípios básicos de movimentação de material, selecionando aqueles os quais serviriam de apoio no processo de determinação do método preferido de trabalho, pôde-se montar um quadro que serviu na tomada de decisões sobre a melhoria a ser implantada. O resultado encontra-se no quadro 13.

Princípios de planejamento	<i>É necessário determinar o melhor método, do ponto de vista econômico, para a movimentação de materiais, considerando-se as condições particulares de cada operação</i>
	<i>É essencial planejar um fluxo contínuo e progressivo de materiais</i>
	<i>As operações devem ser planejadas de tal forma que o material que já passou por uma fase já se encontre no local e na posição que se deseja para a fase seguinte</i>
Princípios de Operação	<i>Na movimentação interna de materiais, deve-se evitar o remanejamento</i>
	<i>O tempo de permanência do equipamento de transporte nos terminais de carga e descarga deve ser reduzido ao mínimo compatível com a operação</i>

Quadro 13: Princípios fundamentais de movimentação de materiais

2.2.5.2. SUGESTÕES DE MELHORIA

Baseando-se nesses princípios e nas limitações de equipamentos e mão-de-obra, surgiram as seguintes opções de metodologia a serem adotadas:

1. Sugere-se a automação das pesagens do aditivo 1 e 3, por se tratar de líquido basta incorporar ao processo um sistema de controle de vazão o qual seria inspecionado e regulado pelo próprio OP responsável pela atividade, baseando-se em MACHLINE (1990) que cita a mecanização de transporte interno, deverá ser especialmente considerada quando objetos com mais de 25 kg forem elevados manualmente. Essa decisão acarretará, a curto prazo, na disponibilidade de tempo maior do OP2 para desenvolver atividades de inspeção relacionadas à qualidade de material em processo e, a longo prazo, num aumento da qualidade de vida do operador, pois este certamente estará livre de problemas maiores relacionados com doenças ocupacionais.

O método de estocagem de material área de processo deverá ser modificado de modo a atender a próxima operação de transporte deste mesmo material para posterior armazenagem. Este novo método consiste em dispor os blocos de maneira ordenada, aproveitando ao máximo a área disponível, a qual tem capacidade máxima para 9 blocos recém fabricados; acionar o transporte através de empilhadeira sempre que permanecer 7 blocos na área de processamento, evitando desta forma filas e gargalos de produção. Com o novo método os blocos deixarão de ficar dispostos de

maneira desorganizada, fator que gerava enormes atrasos no posterior transporte destes para armazenagem e, também, chegava a paralisar todas as atividades de produção de blocos por alguns minutos, além de evitar a quebra de ritmo do operador.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Luís César G. de. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- CONTADOR, José C. et al. **Gestão de operações, a Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.
- HCI on line journal. PDCA cycle. jan 2001. Disponível: <http://www.hci.com.au/hcisite/Toolkit/pdcacycle.htm>. (acesso em 01. maio. 2001).
- MACHLINE, Claude et al. **Manual de administração da produção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1990. v.1.
- MARTINS, Petrônio G. & LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.
- MONTGOMERY, Douglas C. **Introduction to statistical quality control**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- MOURA, Reinaldo A. & BOCKERSTETTE, Joseph A. **Guia para redução do tempo de ciclo**. São Paulo: IMAM, 1995.
- ROCHA, Israel O.; CAMORIM, José Eduardo V. **Estudo de planejamento e controle da produção, cálculo do lote econômico e seqüenciamento da produção numa indústria alimentícia**. Belém: UEPA, 2000.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.
- TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: da ciência, acadêmica e da pesquisa**. 2. ed. Belém: Grapel, 2000.

ANEXO 1: Brainstorming

