



SPOLM 2008

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 05 e 06 de agosto de 2008.

## **DIMENSIONAMENTO DE RECURSOS HUMANOS EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MATERIAIS SANITÁRIOS: UMA ABORDAGEM VIA PROGRAMAÇÃO INTEIRA**

**Braulio Antonio da Rosa**

Universidade de Iguazu – Faculdade de Ciência e Tecnologia

Av. Abílio Augusto Távora, 2124, Nova Iguaçu - RJ

[cinvb@oi.com.br](mailto:cinvb@oi.com.br)

**Erito Marques de Souza Filho**

Programa de Engenharia de Produção - COPPE-UFRJ

Cx Postal 68507 – CEP: 21945-970 – Rio de Janeiro - RJ

[eritomarques@yahoo.com.br](mailto:eritomarques@yahoo.com.br)

### **Resumo**

O ambiente globalizado impõe às empresas uma corrida desenfreada pela redução de custos e maximização de lucros, a luz da idéia de seleção natural: as empresas mais adaptadas (mais otimizadas) possuem maiores chances de sobrevivência. Nesse contexto, o dimensionamento adequado dos recursos humanos se constitui hoje uma questão de grande relevância para as empresas no tocante à minimização de custos envolvidos em um processo produtivo. O presente trabalho apresenta um modelo de Programação Inteira, para a realização do dimensionamento dos recursos humanos de uma empresa fabricante de materiais sanitários.

**Palavras-Chaves:** Dimensionamento; Recursos humanos; Programação Inteira.

### **Abstract**

A globalized environment imposes to the companies a frantic race by the reduction of costs and profits maximization, the idea light of natural selection: The most adapted company (more optimized) own survival larger chances. In this context, the adequate measurement of the human resources constitutes today a great relevance question for the companies concerning of costs involved in a productive process. The present work presents a Integer Programming Model for the human resources measurement of a company manufacturer of sanitary materials.

**Keywords:** Measurement; Human Resouces; Integer Programming. Key-Word;

## **1. INTRODUÇÃO**

A globalização não é, de fato, um fenômeno novo. Os mais radicais acreditam que ela teria se iniciado já na época das grandes navegações. Entretanto, é a partir da década de 90, que esse conceito se estabelece, fruto, em parte, do crescente aumento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). O ambiente globalizado impõe às empresas uma corrida desenfreada pela redução de custos e maximização de lucros, a luz da idéia de seleção natural:

as empresas mais adaptadas (mais otimizadas) possuem maiores chances de sobrevivência (SOUZA FILHO, 2007).

Os Recursos Humanos podem ser entendidos como a função que norteia um conjunto de princípios, estratégias e técnicas que visa contribuir para a atração, manutenção, motivação, treinamento e desenvolvimento do patrimônio humano de qualquer grupo organizado. Seja este grupo, ou organização, pequeno ou grande, seja privado ou público, desempenhe ele atividades de trabalho, de lazer, ação política ou religiosa (TOLEDO, 1986). O desenvolvimento da área de Recursos Humanos revela uma função que se origina e evolui como resposta às condições históricas, passando por profundas transformações correlatas ao mundo do trabalho. Os fatores contextuais de fins do século XIX e meados do século XX são determinantes para a sua dinâmica (PEDRO, 2005).

De acordo com CHIAVENATTO (1996), a gestão desses recursos consiste no planejamento, na organização, no desenvolvimento, na coordenação e no controle de técnicas capazes de promover o desempenho eficiente de pessoal, ao mesmo tempo em que a organização representa o meio que permita as pessoas que com ela colaboram, alcançar os objetivos individuais relacionados direta ou indiretamente com o trabalho. As políticas de Recursos Humanos devem estar adequadas à filosofia e à política da organização e de forma geral devem abranger cinco subsistemas, a saber:

a) suprimento de recursos humanos: engloba as atividades de recrutamento, seleção e integração de pessoal;

b) aplicação de recursos humanos: engloba a descrição de cargos, movimentação interna, plano de carreira e avaliação de desempenho;

c) manutenção dos recursos humanos: através de critérios de remuneração e benefícios, trabalhos de motivação, segurança e qualidade para os funcionários;

d) desenvolvimento de recursos humanos: através de programas de preparação e reciclagem, desenvolvimento de potencial a médio e longo prazos e mudanças comportamentais;

e) controle de recursos humanos com disponibilidade de informações quantitativas e qualitativas sobre a força de trabalho disponíveis na organização e critérios para a auditoria permanente da aplicação e adequação das políticas e procedimentos referentes aos recursos humanos da organização.

Nesse contexto, o dimensionamento adequado dos recursos humanos se enquadra no subsistema de controle. Esta questão é de grande relevância para as empresas no tocante à minimização de custos envolvidos em um processo produtivo. O presente trabalho apresenta um modelo de Programação Inteira, para a realização do dimensionamento dos recursos humanos de uma empresa fabricante de materiais sanitários.

## 2. PROBLEMÁTICA

Uma empresa do setor de fabricação de materiais sanitários, no estado do Rio de Janeiro, conta atualmente com setores Comercial, Contabilidade, Recursos Humanos, Assistência Técnica, Compras; Planejamento de Produção, Engenharia Produto, Engenharia da Qualidade, Manutenção, Ferramentaria, CPD (Sistemas), Laboratório Químico, Laboratório Hidráulico, Almoxarifados (em total de 4), Fabricação, Fundação, Polimento Automático, Setor de Polimento Manual, Cromagem, Estamparia, Montagem e possui um efetivo de 900 funcionários, sendo que 530 deles são pertencentes a unidade fabril da empresa.

O setor de fabricação é composto de vários sub-setores que são chamados de seções. Dentre essas seções, a seção de usinagem, responsável em dar forma as peças conforme as especificações de projeto, é considerada estratégica para empresa. Essa seção conta com 14 máquinas e nela trabalha dois tipos de funcionários: *montadores* e *operadores*.

Aos montadores são atribuídas as seguintes tarefas:

- a) Preparação das ferramentas para montagem (PFM): consiste em organizar, acoplar e apertar antes da montagem da máquina;
- b) Montagem da máquina (MMA): já com as ferramentas preparadas, deve-se distribuí-las na seqüência especificada por projeto;
- c) Ajuste fino da montagem (AFM): após a montagem das ferramentas, deve-se iniciar os ajustes de medidas: diâmetros e cotas lineares; e
- d) Recalibragem (REC): ao longo do processo de fabricação, se faz necessário o reaperto de ferramentas e algumas vezes troca da mesma, devido à ocorrência de desgastes.

A Tabela 1 exibe os tempos gastos na execução de cada tarefa realizada por um montador. Essas tarefas de montagem par uma mesma máquina são realizadas em seqüência, por exemplo, a recalibragem (REC) de uma determinada máquina não pode ser feita antes do ajuste fino (AFM).

**Tabela 1: Tempos gastos na execução de tarefas por montador (em horas)**

Máquina	PFM	MMA	AF	REC
1	1.2	2.3	0.5	1.5
2	1.2	2.5	0.6	1.2
3	1.2	2.3	0.5	1.2
4	1.2	2.2	0.8	1.5
5	1.2	2.1	0.8	1.0
6	1.2	2.3	0.7	0.5
7	1.2	2.2	0.6	1.5
8	1.2	2.3	0.5	1.1
9	1.2	2.5	0.8	0.8
10	1.2	2.5	0.7	1.0
11	1.2	2.3	0.5	0.2
12	1.2	2.2	0.7	0.8
13	1.2	2.4	0.5	1.5
14	1.2	2.3	0.8	1.3

As tarefas a serem realizadas pelos operadores só podem ser iniciadas após o término das tarefas de montagem (pelos montadores). As tarefas atribuídas aos operadores são:

- a) Lubrificação da Máquina (LUB): consiste em abastecer a máquina com óleo lubrificante;
- b) Abastecimento da máquina com matéria prima (ABS): consiste em pegar a barra de três metros e introduzir no alimentador da máquina;
- c) Remoção do excesso de cavaco gerado pela usinagem (CAV): ao longo do processo ocorre acúmulo cavaco, para que isso não seja um transtorno maior, o operador deve remover, utilizando um pincel;
- d) Separar peças (SEP): consiste em separar as peças do cavaco e excesso de óleo; e
- e) Transportar peças (TRA): consiste no transporte do lote de peças produzido.

A Tabela 2 exibe os tempos gastos na execução de cada tarefa realizada por um operador. Essas tarefas de montagem par uma mesma máquina são realizadas em seqüência, por exemplo, a operação de abastecimento (ABS) de uma determinada máquina não pode ser feita antes de sua lubrificação (LUB).

**Tabela 2: Tempos gastos na execução de tarefas por operador (em horas)**

Máquina	LUB	ABS	CAV	SEP	TRA
1	0.4	0.5	0.7	0.4	0.2
2	0.4	0.5	0.6	0.3	0.2
3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2
4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2
5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.2
6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2
7	0.4	0.5	0.5	0.4	0.2
8	0.4	0.5	0.6	0.3	0.2
9	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2
10	0.4	0.5	0.3	0.4	0.2
11	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2
12	0.4	0.5	0.4	0.5	0.2
13	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2
14	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2

Diariamente seleciona-se uma quantidade de máquinas a serem montadas em função da demanda de produtos. Essa quantidade é de no máximo 14 e ocorre quando todas as máquinas são postas em operação. Após a montagem das máquinas os montadores são substituídos pelos operadores. Além disso, as realizadas por montadores não podem ser realizadas por operadores e vice-versa. O problema consiste em determinar a quantidade ótima de montadores e operadores para a execução das tarefas e na determinação de ociosidades para alocação desses profissionais em outras seções distintas da seção de usinagem.

### 3. MODELAGEM DO PROBLEMA

A problemática da empresa de fabricante de materiais sanitários foi modelada como um problema de Programação Inteira (PI), mediante a inclusão de uma restrição adicional na formulação clássica do Problema da Mochila. Esse procedimento é descrito a seguir.

#### 3.1. AGREGAÇÃO DAS TAREFAS E TEMPOS DE EXECUÇÃO

Uma vez que um determinado montador ou operador inicia uma determinada tarefa em uma determinada máquina é desejável que ele realize a tarefa subsequente relativa àquela máquina. Assim, as tarefas relativas à montagem e à operação de uma mesma máquina foram agregadas em uma única tarefa e seus tempos somados, conforme elucidado na Tabela 3. As tarefas referentes à montagem de máquinas são denominadas “Tarefas TIPO I” e as tarefas referentes a operações das máquinas são denominadas “Tarefas TIPO II”. Existem 14 tarefas de cada tipo.

**Tabela 3: Tempos total agregado na execução das tarefas agregadas**

Montagem		Operação	
Tarefa (TIPO I)	PFM+ MMA+ AF+ REC	Tarefa (TIPO II)	LUB+ABS+CAV+SEP+ TRA
T1	5,50	T15	2,20
T2	5,50	T16	2,00
T3	5,20	T17	1,90
T4	5,70	T18	2,10
T5	5,10	T19	2,20
T6	4,70	T20	1,90
T7	5,50	T21	2,00
T8	5,10	T22	2,00
T9	5,30	T23	1,90
T10	5,40	T24	1,80
T11	4,20	T25	2,10
T12	4,90	T26	2,00
T13	5,60	T27	1,90
T14	5,60	T28	1,90

### 3.2. MODELAGEM DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA PARA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE MONTADORES

O Problema da Mochila ou (Knapsack Problem) foi possivelmente reportado pela primeira vez por Dantzig em 1957. Esse problema constitui hoje uma das classes de problemas mais estudados em otimização combinatória em virtude de suas diversas aplicações práticas e também por seu interesse teórico. Além disto, estes problemas também aparecem como subproblemas em diversos outros problemas práticos e de otimização combinatória. O problema da mochila é um dos 21 problemas NP-completos de Richard Karp, exposto em 1972 (PACCA e LUNA, 2000; ARRUDA e GOLDMAN, 2002). Por outro lado, a formulação do problema é extremamente simples:

“Considere-se um alpinista que deseja organizar sua mochila com vários itens de seu interesse ao escalar uma montanha. Cada item possui um peso e um valor, e a mochila possui uma capacidade limitada. O objetivo é maximizar a utilidade (ou valor) dos itens colocados em sua mochila, sem ultrapassar a capacidade de peso suportada por ela”.

Nesta etapa foi desenvolvido um modelo de Programação Inteira (PI) que acrescenta uma restrição ao Problema Clássico da Mochila. O modelo de PI é descrito abaixo.

A função objetivo minimiza o custo total de alocação nas tarefas dado um número fixo de montadores (utilidade). Assumiu-se ainda a hipótese de que todos os montadores considerados possuem a mesma produtividade unitária.

$$\text{Minimizar } Z = \sum_i c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeito as seguintes restrições:

$$\sum_i w_{ij} x_{ij} \leq b \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad (3)$$

$x_{ij} \in \{0,1\}$  , onde

$x_{ij}$  : variável de decisão que indica se o i-ésimo montador é alocado na tarefa j.

b: número máximo de horas que um montador pode trabalhar.

$w_{ij}$  : tempo de realização da tarefa j pelo montador i-ésimo montador

$c_{ij}$  : custo de realização da tarefa j pelo montador i-ésimo montador

A restrição (2) indica que o tempo total gasto pelos montadores na realização das tarefas que lhe forem atribuídas, não pode exceder sua b, que é sua jornada de trabalho. No âmbito desse trabalho a jornada de trabalho considerada para um montador foi de 12 horas.

A restrição (3) indica que uma determinada tarefa só poderá ser alocada a um montador.

### **3.3. DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE MONTADORES**

Diariamente, em função da demanda, a empresa determina quais máquinas estarão em funcionamento. A partir destas configurações determina-se quais das tarefas Tipo I deverão ser realizadas. Em seguida, roda-se o modelo de Programação Inteira considerando-se apenas dois montadores. Caso o problema seja inviável, incrementa-se o número de montadores em uma unidade e resolve-se novamente o problema de PI associado. Em caso inviabilidade, incrementa-se novamente o número de montadores em uma unidade. O processo é finito e termina quando a solução ótima de um problema viável é obtida.

### **3.4. DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE OPERADORES**

Esse dimensionamento é análogo ao processo realizado para o dimensionamento dos montadores, com a exceção de que o dimensionamento dos operadores só pode ser feito quando todo o processo de montagem estiver completo. Roda-se o modelo de Programação Inteira considerando-se apenas dois operadores. Caso o problema seja inviável, incrementa-se o número de operadores em uma unidade e resolve-se novamente o problema de PI associado. Em caso inviabilidade, incrementa-se novamente o número de montadores em uma unidade. O processo é finito e termina quando a solução ótima de um problema viável é obtida.

## **4. RESULTADOS COMPUTACIONAIS**

O modelo aqui proposto foi rodado no Solver no Microsoft Excel. Os resultados computacionais obtidos levando-se em consideração todas as máquinas em funcionamento indicam a necessidade de 7 montadores, cada um deles deve realizar apenas duas tarefas. Por exemplo, o montador 1 deve realizar as tarefas 7 e 10, enquanto o montador 7 deve realizar as tarefas 13 e 14. No tocante aos operadores, a solução obtida indica o uso de apenas três. Sendo que 2 deles realizam 6 tarefas cada um e o outro deve realizar apenas 2, conforme se pode constatar da Tabela 4

**Tabela 4: Solução ótima do modelo de Programação Inteira**

Tarefa (TIPO I)	Montador Responsável	Tarefa (TIPO II)	Operador Responsável
T1	6	T15	2
T2	2	T16	2
T3	6	T17	1
T4	5	T18	1
T5	2	T19	1
T6	5	T20	1
T7	1	T21	1
T8	4	T22	3
T9	4	T23	1
T10	1	T24	3
T11	3	T25	3
T12	3	T26	3
T13	7	T27	3
T14	7	T28	3

Além disso, uma análise das ociosidades (variáveis de folga do modelo) indica que todos os montadores poderão ser alocados em tarefas de outras seções após o término de suas atividades de montagem. Para os operadores a situação é bem distinta, apenas um dos operadores deverá estar disponível para ser alocado em tarefas de outras seções, conforme se desprende da Tabela 5.

**Tabela 5: Solução ótima do modelo de Programação Inteira para dimensionamento do número de montadores**

Montador	Tempo realizando tarefas (em h)	Tempo ocioso (em h)	Operador	Tempo realizando tarefas (em h)	Tempo ocioso (em h)
1	10,9	1,1	1	12	0
2	10,6	1,4	2	4,2	7,8
3	9,1	2,9	3	11,7	0,3
4	10,4	1,6			
5	10,4	1,6			
6	10,7	1,5			
7	11,2	0,8			

## 5. CONCLUSÕES

O modelo aqui proposto se mostrou bastante útil no tocante ao seu propósito de dimensionamento do pessoal. Além disso, o fato de ter sido implementado com sucesso no Solver do Microsoft Excel advém da baixa quantidade de tarefas, o que permite que o modelo seja rodado diariamente em função das máquinas que estejam disponíveis para montagem em um software comercial de baixo custo. O custo de alocação (utilidade) de um montador ou operador foi considerado fixo, admitida a hipótese de produtividade constante dos funcionários, entretanto um estudo mais apurado dessa produtividade pode trazer ganhos adicionais ao modelo.

Em relação à implementação do modelo proposto, deve-se ressaltar que o mesmo se foi bem recebido, a priori, pela empresa, a qual atualmente estuda, não só, a possibilidade implementação, mas também e sua extensão para outras seções.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Arruda, F.R. e Goldman, A.** (2002). *Eliminação Paralela de Termos Dominantes no Problema da Mochila*, [Workshop de Sistemas Computacionais de Alto Desempenho, Vitória](#).
- [2] **Chiavenato, I** (1996). “*Como transformar rh (de um centro de despesa) em um centro de lucro*”, São Paulo: Makron Books.
- [3] **Goldbarg, M.C. e Luna, M.P.L.** (2000). *Otimização Combinatória e Programação Linear: modelos e algoritmos*, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- [4] **Pedro, W.J.A.** (2005). *Gestão de Pessoas nas organizações*, Revista UNIARA, n.17/18.
- [5] **Souza Filho, E.M.** (2007), *Variable Neighborhood Search (VNS) aplicado ao problema de distribuição dutoviária*, Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ.
- [6] **Toledo, F.** (1986). “*O que são recursos humanos*”. 5.ed. São Paulo, Brasiliense.