

UMA ABORDAGEM PRÁTICA DA PESQUISA OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: INTERAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA

RESUMO

Este artigo apresenta e discute um dos mecanismos de interação entre a Universidade e as Empresas. Apresentaremos a Pesquisa Operacional (P.O.) como uma ferramenta de otimização aplicada ao ambiente industrial de uma fábrica de alimentos, e que tem sido usada com sucesso, oferecendo grande potencial na solução de problemas complexos em diversas áreas do conhecimento. Entre as várias técnicas da (P.O.), aplicamos um modelo de problema em alocação de pessoal, onde se faz a transposição de uma realidade existente no ambiente de produção para um modelo matemático que procure representá-lo da melhor forma possível. A partir dos modelos é feita uma série de argumentações e interpretações matemáticas com vistas à otimização da alocação de pessoal e a análise e experimentação dos resultados.

**Plácido Rogério
Pinheiro**

Doutor pela COPPE/
UFRJ, Professor do Curso
de Mestrado em
Informática Aplicada na
Universidade de Fortale-
za

**José Alzir Bruno
Falcão**

Aluno do Curso de
Mestrado em Informática
Aplicada na Universidade
de Fortaleza

ABSTRACT

This article presents and one of the interaction mechanisms discusses between the University and the Companies. We will present the Operational Research (O.R.) as a tool of applied optimization to the industrial ambient of a factory of victuals, and that it has been used with success, offering great potential in the solution of complex problems in several areas of the knowledge. Among the several techniques of the (O.R.), we applied a problem model in staff scheduling, where it makes himself the conversion of an existent reality in the production ambient for a mathematical model that tries to represent it in the best possible way. Starting from the models they are made a series of arguments and mathematical interpretations with views to the optimization of staff scheduling and the analysis and experimentation of the results.

1. INTRODUÇÃO

Em tempos de dificuldade econômica, racionalizar custos parece inevitável em todos os setores do mercado mundial. Como a instabilidade da moeda brasileira insiste em se repetir, torna-se imperioso para as empresas a busca por soluções que possibilitem reduzir custos, flexibilizar processos produtivos e competir em um cenário ainda mais adverso.

O momento atual brasileiro é crucial e decisivo para os novos rumos da economia, com alguma semelhança ao modelo americano que antecedeu a era de prosperidade de "Bill Clinton", nos deparamos com grandes empresas nacionais revendo suas estratégias, reduzindo o efetivo de pessoal, muitas com problemas de liquidez e em dificuldades financeiras. Conseqüência de uma economia engessada, monopolista e com fortes influências políticas e culturais, temos como resultado um patrimônio de empresas em geral grandes, ineficientes, pouco preocupadas com a qualidade, encarando uma nova "Revolução Gerencial" onde novos protagonistas surgem na figura de empresas, menores, mais ágeis, quase virtuais, mas com sólido embasamento técnico/científico cada uma na sua área de especialização.

Nesta nova fase da economia mundial, em que o Brasil está inserido, globalizada, modificada e em contínua transformação, devemos buscar a excelência mas, de mãos dadas com uma nova ordem: a flexibilidade respaldada por sólidos conhecimentos, que nos permite denominá-la de economia do conhecimento. Para ocupar o seu lugar os administradores devem lidar com as mudanças, determinadas por constantes inovações tecnológicas, onde vão se defrontar com um mundo novo caótico, no qual novos concorrentes surgem da noite para o dia, os antigos desaparecem ao mesmo tempo em que as empresas se incorporam e se dissolvem, tudo isto em uma intrincada rede financeira onde os valores monetários podem subir 5% ao dia e 500% ao ano.

É neste cenário que ser somente excelente se revela uma atitude desastrosa; as únicas empresas vencedoras estarão constantemente se adaptando - empresas aptas não apenas a responder rapidamente a mudanças circunstanciais mas a tirar vantagem

delas, criando continuamente novos nichos de mercado e adicionando qualidade a seus produtos e serviços em resposta a cada mudança de seus clientes. Desenvolver tal flexibilidade, com nossa constante devoção a fábricas grandes e trabalho especializado, aos mercados de massa e produção em massa, ao invés de qualidade, requererá uma revolução tanto na teoria administrativa como na prática gerencial.

Neste trabalho não propomos uma solução milagrosa, nem um guia para esta revolução, ao contrário, pretendemos analisar, através de uma abordagem prática e simples, uma das saídas que muitas empresas, das menores às maiores, podem recorrer para atingir a estes objetivos e ter o seu espaço na nova era: são os diversos mecanismos de interação entre as Universidades e as Empresas. Estes mecanismos visam romper um paradigma, aproximando a visão do ambiente acadêmico (teórico) da visão empresarial (prática) resultando um valor agregado do intercâmbio e da soma de conhecimentos em busca da excelência com flexibilidade. Utilizamos para nossa abordagem uma empresa industrial, instalada no nordeste do Brasil, e uma ferramenta que tem a ver com logística, e é um aspecto importante na operação de qualquer empresa. "Embora uma boa parte da administração seja baseada em intuição, existe uma disciplina com base científica inquestionável que norteia toda a prática de administração: a Pesquisa Operacional" Nóbrega(1999).

O trabalho obedece à seguinte estrutura: na seção 2, damos uma visão geral da Pesquisa Operacional e do seu potencial para aplicação nas diversas áreas do conhecimento, apresentamos a formulação teórica e o enunciado do problema a ser resolvido. Mostramos a solução do problema, fazemos uma análise dos resultados e da otimização alcançada, na seção 3. A seção 4 apresenta as conclusões obtidas através do trabalho realizado, sua relevância, aplicações e limitações na interação Universidade/Empresa, bem como alguns comentários gerais situando as conclusões obtidas dentro do contexto da P.O.

2. A Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (P.O.) pode ser definida como uma ferramenta que torna

racional o processo de tomada de decisão, que envolve o empresário, o diretor, o gerente, e até mesmo o supervisor, no seu dia-a-dia de trabalho. O seu nome indica que realizamos uma pesquisa de operações, onde se entende, por operações, as atividades das organizações, executadas pelos homens e pelas máquinas. Ela se utiliza de métodos científicos para alcançar seus objetivos e se baseia principalmente no que chamamos de modelagem matemática, ou seja, a transposição de uma realidade existente em um determinado ambiente industrial para um modelo matemático que procure representá-lo da melhor forma possível. Isto se resume na figura abaixo.

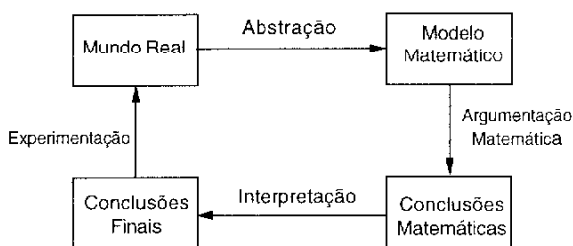


Figura 1 - Fluxo de atividades

A P.O. baseia-se na qualificação de variáveis existentes no nosso problema de tomada de decisão. Desta forma, para que possa ajudar o administrador ou o técnico envolvido no processo decisório, a P.O. os chama à reflexão sobre as questões existentes e diríamos, até, que obriga o interessado a determinar as grandezas dos fatores que estão atuando ao seu redor.

A busca sistemática por quantidade caracteriza a P.O. como um fator de consolidação da estrutura organizacional da empresa, pois envolve toda a equipe e a decisão tomada é o resultado do trabalho de todo o grupo. Portanto, todos têm sua parte na decisão a ser tomada e devem, pois, trabalhar para que os objetivos sejam alcançados.

2.1 O Surgimento da Pesquisa Operacional

Podemos dizer que Frederick W. Taylor, pelos idos de 1885, aplicou as primeiras técnicas de análise científica aos sistemas de produção. A sua preocupação foi, em uma siderúrgica,

analisar o trabalho dos carregadores de vagões de trem com carvão. Na época, dizia-se que o trabalhador mais eficiente era o que utilizava uma pá de maior quantidade. Taylor, analisando e fazendo testes, concluiu que o mais eficiente seria a utilização de uma pá de menor capacidade, e que ainda resulta menos fadiga.

Durante a 2ª grande guerra, o exército, a marinha e a força aérea inglesa e americana, utilizaram intensamente a P.O. para tomada de decisões em suas operações militares. Após a guerra, a P.O. passou a ser aplicada com maior ênfase na indústria, assumindo um papel cada vez maior dentro do ambiente empresarial.

2.1.1 A Pesquisa Operacional nos Dias Atuais

A P.O. há 25 anos, tinha aplicações práticas muito limitadas pela inexistência de máquinas rápidas que pudessem processar grandes volumes de dados, ainda não passava de meras formulações acadêmicas e somente as grandes empresas que podiam montar seus CPD's tinham condições de aproveitar os benefícios desta valiosa ferramenta.

“Nos dias atuais com a evolução tecnológica, o surgimento dos microcomputadores e a redução do custo para se montar um CPD, permite-se que as pequenas e médias empresas também aproveitem os benefícios da utilização da P.O. para otimização das mesmas. Mesmo assim, o nome Pesquisa Operacional é bastante novo, pois sempre se fala em pesquisa no campo da física e química, porém, analisar profundamente, à luz da ciência, as atividades ou operações que ocorrem na área industrial não é nada comum e até algo estranho para outros. Dentre as muitas técnicas de solução de problemas em P.O. podemos citar os modelos em programação linear inteira”. Pinheiro(1999)

2.2 Uma Aplicação Prática através da Pesquisa Operacional

A seguir ilustramos uma aplicação envolvendo um modelo em Pesquisa Operacional aplicado a solução em alocação de pessoal, distribuído em turnos, para atuação no ambiente de produção em uma indústria de alimentos.

2.2.1 Problema de Programação Linear Inteira envolvendo Alocação de Pessoal

Um problema da gerência na maioria das indústrias é a programação de alocação do horário de pessoal, que significa, decidir quantas pessoas utilizar e qual o momento das substituições no horário. O aspecto crucial é que, nas indústrias existe um conjunto de requerimentos a ser satisfeito, isto é, temos disponíveis várias atividades, cada uma delas suportando algumas, mas não todas as atividades.

A forma qualitativa em um problema de alocação de pessoal é:

Escolha o custo mínimo de um conjunto de atividades.

Sujeito a:

Que as atividades escolhidas cubram todos os requerimentos.

Um exemplo de atividade e tipo de requerimento é:

Vamos nos deter, para ilustrar uma aplicação do problema em alocação de pessoal.

A solução para problemas de alocação consiste em pelo menos três partes:

(1) Desenvolver boas previsões do número de pessoas requeridas durante cada hora do dia ou cada dia da semana durante o período programado;

(2) Identificar as possíveis trocas do pessoal disponível e negociar acordos e regulamentos;

(3) Determinar quantas pessoas deveriam trabalhar, de tal forma que o custo possa ser minimizado e o número total de pessoas no trabalho durante cada período de tempo satisfaça os requerimentos do item (1).

Dentre as muitas aplicações do modelo de alocação em recursos humanos (staff scheduling problem) podemos destacar: Baker(1974) desenvolveu uma eficiente técnica (que não usa programação linear inteira) objetivando determinar o número mínimo de empregados e considerando que cada

Problema	Requerimento	Atividades
Fixando horário de pessoal	Número de pessoas requeridas em uma tarefa em cada período do dia ou da semana	Elaborar ou substituir modelo. Cada modelo cobre alguns, mas não todos os períodos

trabalhador tem folga de dois dias, Bartholodi III et alli (1980) transformou o problema de alocação em recursos humanos em um problema de fluxo em redes, Lee and Allen (1982) agregou aquisição de conhecimentos na modelagem de um problema em alocação de recursos humanos, Worthington and Guy (1988) que apresentou solução para um problema hospitalar, metaheurísticas foram utilizadas na solução do problema de alocação em Brusco and Jacobs (1993), Giannikos et alli (1995) resolveu um modelo para alocação de professores em uma instituição universitária, interfaces utilizando modelos de programação linear inteira para planilhas foram apresentadas em Asley (1995) e modelos de grande porte envolvendo múltiplas paradas foram abordados por Aykin (1996).

A formulação em programação matemática para um modelo de alocação em pessoal, como um problema de programação linear inteira é de forma:

minimizar

$$\sum_{j \in J} c_j T_j$$

sujeito a:

$$\sum_{j \in J} a_{ij} T_j \geq r_i, i \in I$$

$x_j \geq 0$, inteiro para $j \in J$

onde

m = O número de períodos a ser alocados;

n = O número de períodos permitidos;

J = O conjunto de índices dos períodos a serem alocados ($j = 1, \dots, m$);

I = O conjunto de índices dos períodos permitidos ($i = 1, \dots, n$);

T_j = O número de empregados a serem alocados no j -ésimo período;

c_j = O custo de um empregado alocado no j -ésimo período;

n_i = A demanda (número de empregados necessários) no período i ;

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se no período } i \text{ é permitido a locação } j; \\ 0, & \text{se caso contrário.} \end{cases}$$

2.3 Descrição do Problema

A empresa Pelágio Oliveira S/A, indústria de alimentos, produz biscoitos e macarrão. Possui várias linhas de produção que operam conforme os turnos descritos na tabela 1.

Pretende-se otimizar a alocação de pessoal das linhas de produção 3 e 5, de forma que as mesmas trabalhem 24 horas ininterruptas, 5 dias por semana com o mínimo de funcionários, respeitando as 44 horas semanais e os requerimentos descritos nas tabelas 2 e 3. A empresa precisa eliminar a parada de produção existente entre 24:30 e 01:30 e reduzir as sobreposições de empregados existente entre 13:30 e 14:30, de 29 e 7 pessoas nas linhas 3 e 5 respectivamente. (veja figura 2)

Segunda a Sexta-Feira	Horário	Intervalo	Sábado	Horário	Intervalo
1	6:30 às 15:30	12:30 às 13:30	1	6:30 às 10:30	Sem intervalo
2	12:30 às 21:30	14:30 às 15:30	2	10:30 às 14:30	Sem intervalo
3	21:30 às 6:30	24:30 às 1:30	3	Não existe	Não existe

Tabela 1 - Turnos de trabalho

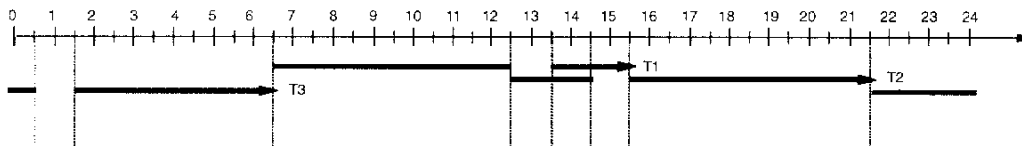


Figura 2 - Ilustração de alocação dos turnos

3. Análise e Solução

Como pretendemos trabalhar durante as 24 horas do dia, eliminar as paradas e reduzir as sobreposições, a solução mais provável seria alocar o pessoal com início de turno de hora em hora de forma a cobrir todas as 24 horas do dia. Devido ao processo repetitivo é suficiente modelarmos um dia na semana (entre segunda e sexta) e que o sábado não é importante, pois não ocorre sobreposição e parada de produção. Consideremos as seguintes etapas da solução do problema:

1) A abstração de uma amostra da alocação de pessoal nas linhas 3 e 5 de produção com necessidades de operação em três turnos;

2) modelagem e geração de um Problema de Programação Linear Inteira (PPI). Para tanto, podemos utilizar softwares do tipo LINGO/Schrage(1999), AMPL, Maximal, X-PRESS e outros ou ainda construir geradores com linguagens tradicionais como o Delphi, C, Java e outras;

3) processamento da solução do Problema de Programação Linear Inteiro;

4) análise de resultados.

Esta seqüência será detalhada a seguir, nos subitens 3.1 a 3.4

3.1 Abstração da Amostra

Das linhas 3 e 5 de produção considere as variáveis abaixo:

Setor Masseiras

Masseiro – A
Auxiliar de Masseiro - B
Ajudante Geral – C

Fabricação

Operador de Máquinas – D
Operador de Caldeiras – E
Auxiliar de Máquinas – F
Forneiro – G
Ajudante Geral – H

Embalagem

Operador de Máquinas – I
Empacotador – J
Ajudante Geral – K

As tabelas 2 e 3 mostram as necessidades nas linhas 3 e 5 de produção:

Função/Variável	QTD. Turno 1	QTD. Turno 2	QTD. Turno 3
A	2	2	2
B	0	0	0
C	2	2	2
D	2	2	2
E	0	0	0
F	0	0	0
G	1	1	1
H	0	0	0
I	4	4	4
J	18	18	18
K	0	0	0
Total	29	29	29

Tabela 2 - Necessidades da linha 3

QTD. Turno 1	QTD. Turno 2	QTD. Turno 3
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1	1	1
0	0	0
1	1	1
1	1	1
0	0	0
1	1	1
3	3	3
0	0	0
7	7	7

Tabela 3 - Necessidades da linha 5

3.2 Modelagem e Geração de um Problema de Alocação em Recursos Humanos

Para modelagem e geração do problema, elaboramos um modelo de alocação com 8 horas de trabalho diário, sendo que cada funcionário trabalha 4 horas, folga uma hora e

então trabalha mais 4 horas. O início do turno, ocorre de hora em hora, obedecendo o conjunto de requerimentos exigidos. Neste modelo não levamos em importância o custo de cada empregado ($c_j = 1, j \in J$). Ilustramos graficamente a alocação conforme a figura 3.

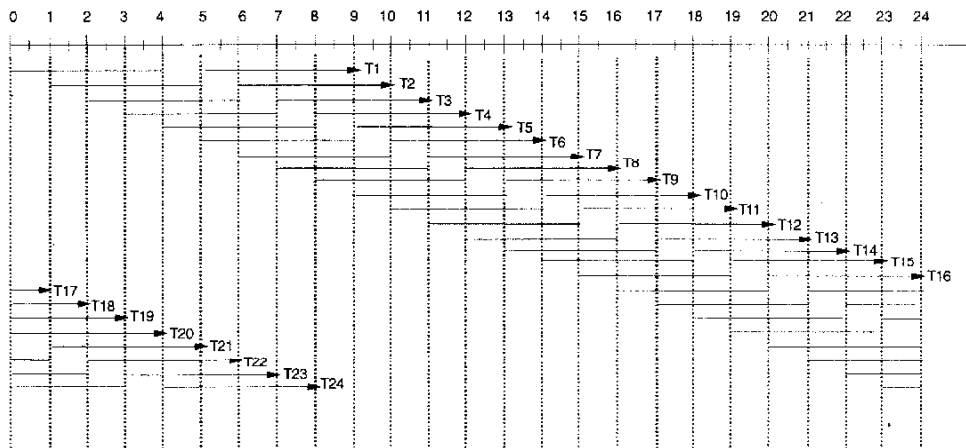


Figura 3 - Ilustração da alocação de hora em hora

$$\min \sum_{j=1}^{24} T_j$$

sujeito às restrições

Horário	Hora	Restrições
0:30 - 1:30	1	$T1 + T17 + T18 + T19 + T20 + T22 + T23 + T24 \geq R$
1:30 - 2:30	2	$T1 + T2 + T18 + T19 + T20 + T21 + T23 + T24 > R$
2:30 - 3:30	3	$T1 + T2 + T3 + T19 + T20 + T21 + T22 + T24 > R$
3:30 - 4:30	4	$T1 + T2 + T3 + T4 + T20 + T21 + T22 + T23 > R$
4:30 - 5:30	5	$T2 + T3 + T4 + T5 + T21 + T22 + T23 + T24 > R$
5:30 - 6:30	6	$T1 + T3 + T4 + T5 + T6 + T22 + T23 + T24 > R$
6:30 - 7:30	7	$T1 + T2 + T4 + T5 + T6 + T7 + T23 + T24 > R$
7:30 - 8:30	8	$T1 + T2 + T3 + T5 + T6 + T7 + T8 + T24 > R$
8:30 - 9:30	9	$T1 + T2 + T3 + T4 + T6 + T7 + T8 + T9 > R$
9:30 - 10:30	10	$T2 + T3 + T4 + T5 + T7 + T8 + T9 + T10 > R$
10:30 - 11:30	11	$T3 + T4 + T5 + T6 + T8 + T9 + T10 + T11 > R$
11:30 - 12:30	12	$T4 + T5 + T6 + T7 + T9 + T10 + T11 + T12 > R$
12:30 - 13:30	13	$T5 + T6 + T7 + T8 + T10 + T11 + T12 + T13 > R$
13:30 - 14:30	14	$T6 + T7 + T8 + T9 + T11 + T12 + T13 + T14 > R$
14:30 - 15:30	15	$T7 + T8 + T9 + T10 + T12 + T13 + T14 + T15 > R$
15:30 - 16:30	16	$T8 + T9 + T10 + T11 + T13 + T14 + T15 + T16 > R$
16:30 - 17:30	17	$T9 + T10 + T11 + T12 + T14 + T15 + T16 + T17 > R$
17:30 - 18:30	18	$T10 + T11 + T12 + T13 + T15 + T16 + T17 + T18 > R$
18:30 - 19:30	19	$T11 + T12 + T13 + T14 + T16 + T17 + T18 + T19 > R$
19:30 - 20:30	20	$T12 + T13 + T14 + T15 + T17 + T18 + T19 + T20 > R$
20:30 - 21:30	21	$T13 + T14 + T15 + T16 + T18 + T19 + T20 + T21 > R$
21:30 - 22:30	22	$T14 + T15 + T16 + T17 + T19 + T20 + T21 + T22 > R$
22:30 - 23:30	23	$T15 + T16 + T17 + T18 + T20 + T21 + T22 + T23 > R$
23:30 - 24:30	24	$T16 + T17 + T18 + T19 + T21 + T22 + T23 + T24 > R$

Figura 4 - Ilustração do modelo

Turnos: 1) 6:30 às 15:30; 2) 12:30 às 21:30; 3) 21:30 às 6:30; sobreposição de turnos/pessoal; R representa a necessidade exigida pela empresa.

Para cada função das tabelas 2 e 3, satisfazendo as necessidades exigidas pela empresa em cada turno, geramos diferentes modelos de alocação em recursos humanos, estruturados a partir da figura 4.

3.3. Solução do Problema de Programação Linear Inteira

Apesar do problema de programação linear inteira ser NP-completo, existem eficientes algoritmos que podem ser aplicados na solução deste PPI (alocação de recursos humanos), dentre eles podemos citar os algoritmos de "Branch-and-Bound", Cortes de Gomory e "Branch-and-Cut". Quando o problema é de grande porte, aplicamos técnicas de decomposição tais como "Benders", "Dantzig Wolfe", "Cross Decomposition" entre outras, descritas em Pinheiro(1998). Vários softwares incorporam tais algoritmos e técnicas, dentre eles o LINDO/Linus(1999), CPLEX, GAMS e outros.

3.4. Análise dos Resultados

Ilustramos graficamente os resultados computacionais da solução do problema de recursos humanos nas figuras 5 e 6 e nos quadros de alocação mostrados no anexo I.

Após uma comparação entre a situação atual de alocação de pessoal da empresa e os resultados obtidos, concluímos que nas linhas 3 e 5 a nova alocação fará com que todas as funções trabalhem 24 horas ininterruptas.

Na linha 3 a função do Forno e na linha 5 em todas as funções o número de sobreposições aumenta de 1 hora para 7 horas sendo, portanto, a melhor solução encontrada para estas funções nestas condições. Apesar do aumento nas sobreposições os funcionários deixam de trabalhar 6 horas consecutivas, parando uma hora e trabalhando mais 2 horas, e passam a trabalhar 4 horas, parando uma hora e trabalhando mais 4 horas, o que diminui a estafa e aumenta a produção.

Na linha 3 o número de turnos aumenta de 3 para 6 e na linha 5 de 3 para 4, exceto na função de empacotador que passa a operar com 10 turnos.

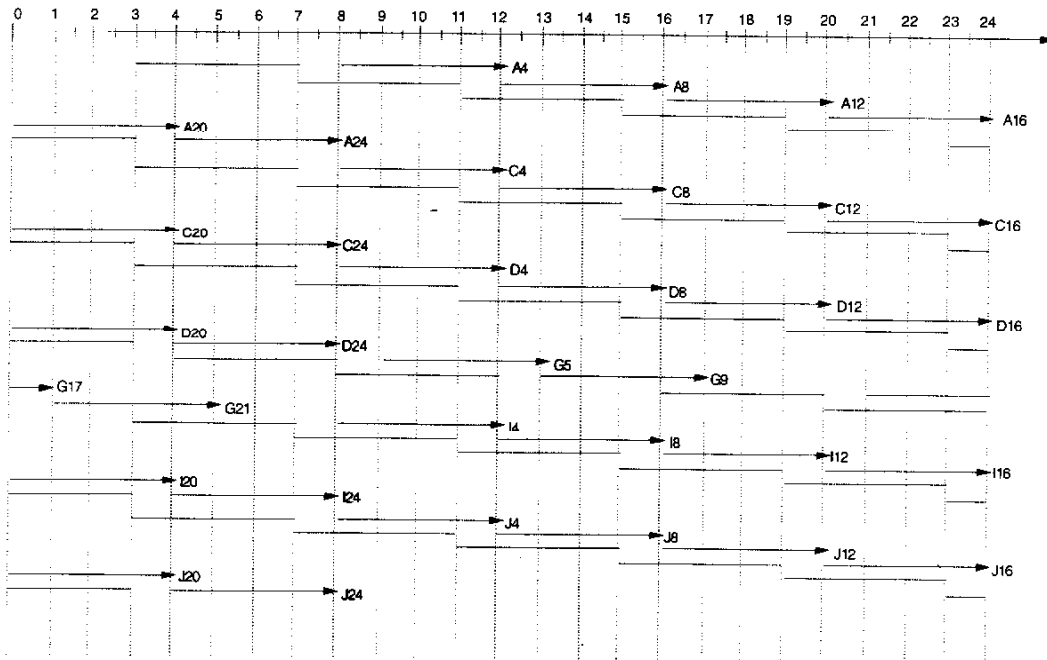


Figura 5 - Ilustração dos resultados para linha 3 de Produção.

Legenda: Masseur – A Ajudante Geral – C Operador de Máquinas -D Fornoiro – G Operador de Máquinas - I Empacotador – J

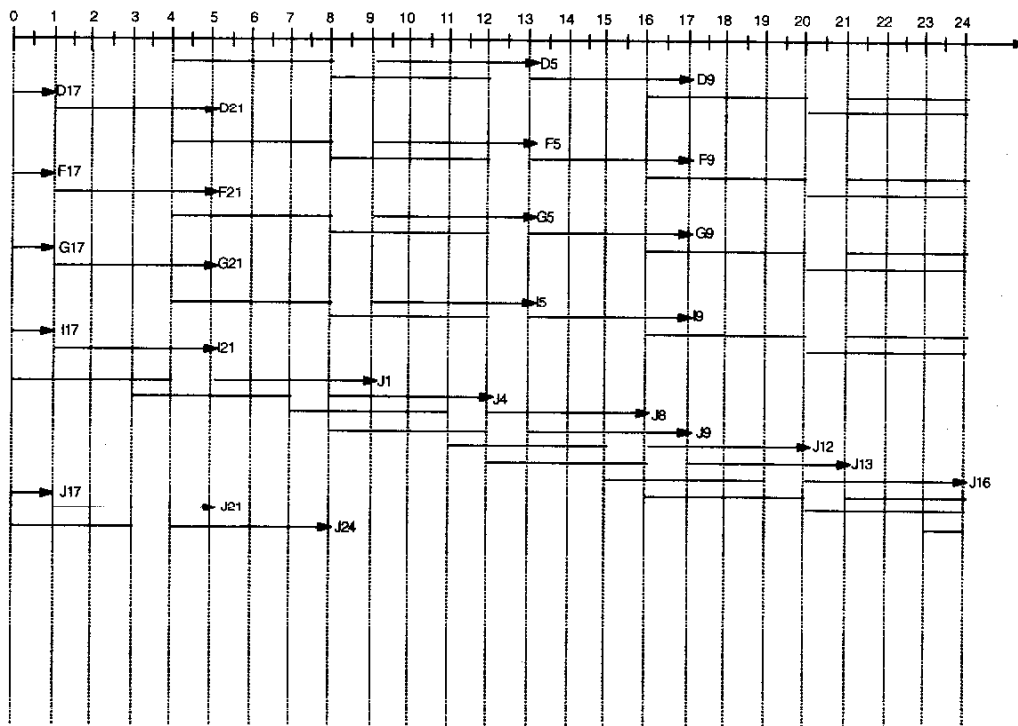


Figura 6 - Ilustração dos resultados para linha 5 de Produção.

Legenda: Operador de Máquinas - D Auxiliar de Máquinas - F Fornoiro - G Operador de Máquinas – I Empacotador – J

4. Conclusões

O país, na pretensão de se tornar algo mais que uma nação em crise, com altos impostos, infra-estrutura precária, educação ineficiente, altos encargos trabalhistas etc., precisa levar a sério a tarefa de fazer o dever de casa para diminuir o custo Brasil. Como hoje ele ainda vai continuar inserido num mundo onde, há sim, muito a otimizar, a utilização de ferramentas como a Pesquisa Operacional, tem o seu valor e um vasto campo de aplicação.

Neste momento inovar é preciso, gerando oportunidades e novos negócios, mas não podemos sucatear o patrimônio que possuímos. É preciso otimizá-lo e criar condições de competitividade, por isto a Administração, hoje no Brasil, mesmo com um foco na inovação, ainda tem muita relação com otimização. A P.O., neste momento, não surge

como o fundamento da nova administração, mas se preocupa em fazer a coisa certa, por isto é considerada uma excelente ferramenta para os administradores, em geral, possibilitando que atividades como inovação e otimização sejam casadas e contínuas em busca da "Excelência com flexibilidade".

Numa economia globalizada, onde o mercado brasileiro é de interesse das comunidades internacionais, este é o momento para uma mobilização nacional para instalação de linhas de crédito e transferência de tecnologia. Na região nordeste do Brasil, precária em recursos e mão-de-obra qualificada, mecanismos de baixo custo, como os de interação Universidade/Empresa, merecem mais atenção das autoridades governamentais, das comunidades acadêmicas e empresariais, e dos organismos financeiros nacionais e internacionais.

ANEXO I

Setor	Função	Tempo										
		T4	T5	T8	T9	T12	T16	T17	T20	T21	T24	Total
Masseiras	Masseiro	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
	Aux. Masseiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ajud. Geral	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
Fabricação	Op. Máquinas	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
	Op. Caldeiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. Máquinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Forneiro	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	4
	Ajud. Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embalagem	Op. Máquinas	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	12
	Empacotador	9	0	9	0	9	9	0	9	0	9	56
	Ajud. Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		14	1	14	1	14	14	1	14	1	14	88

Quadro de Alocação da Linha 3

Setor	Função	Tempo										
		T1	T4	T5	T8	T9	T12	T13	T16	T17	T21	T24
Masseiras	Masseiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. Masseiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ajud. Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabricação	Op. Máquinas	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
	Op. Caldeiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. Máquinas	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
	Fomeiro	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
	Ajud. Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embalagem	Op. Máquinas	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
	Empacotador	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	10
	Ajud. Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1	1	4	1	5	1	1	1	5	5	26

Quadro de Alocação da Linha 5

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- NÓBREGA, C., Ao Mestre com Carinho, **Revista Exame**, nº. 4, ed. 682, ano 32, p. 56-58, Editora abril, 1999.
- PINHEIRO, P. R., Curso de Pesquisa Operacional, **Notas de Aula**, Mestrado em Informática Aplicada/UNIFOR, 1999.
- BAKER, K. R., Scheduling a Full-Time Work Force to Meet Cyclic Staffing Requirments, **Management Science**, v. 20, p. 1561-1568, 1974.
- BARTHOLODI III, J.J et alli., Cyclic Scheduling via Integer programs with Circular Ones, **Operations Research**, v. 28, p. 1074-1085, 1980.
- LEE, D. M. S. and ALLEN, T. J., Integrating New Technical Staff: Implications for Acquiring New Technology, **Management Science**, v. 28, p. 1405-1420, 1982.
- WORTHINGTON, D. and GUY, M. Allocating Nursing Staff to Hospital Wards - A Case Study, **European Journal of Operations Research** v.33, p. 174-182, 1988.
- BRUSCO, M. J. AND JACOBS, L. W., A Simulated Annealing Approach to the Cyclic Staff-Scheduling Problem, **Naval Research Logistics**, v. 40, 1993, pp. 69-84, 1993.
- GIANNIKOS, I. et alli., An Integer Goal Programming Model to Allocate Offices to Staff in an Academic Institution, **Journal of the Operacional Research Society**, v. 46, p. 713-720, 1995
- ASLEY. D. W., A Spreadsheet Optimization System form Library Staff Scheduling, **Computers Operations Research**, v. 22, p. 615-624, 1995.
- AYKIN, T., Optimal Shift Scheduling with Multiple Break Windows, **Management Science**, v. 28, nº 4, p.591-602, 1996.
- PINHEIRO, P. R., Uma Metodologia de Feixe e Benders Aplicada a um Problema Linear Inteiro de Grande Porte, **Tese de Doutorado**, PESC/COPPE/UFRJ, 1998.
- SCHRAGE, L., **Optimization Modeling with LINGO**, LINDO SYSTEMS INC, USA, 2 ed, 1999.
- SCHARGE, L., **Optimization Modeling with LINDO**, LINDO SYSTEMS INC, USA, 5 ed, 1999.