



## **PROBLEMA DE ESCALONAMENTO DE PESSOAL EM CENTRAIS DE ATENDIMENTO TELEFÔNICO**

**Ademir Aparecido Constantino**

Departamento de Informática  
Universidade Estadual de Maringá  
87020-900-Maringá-PR  
ademir@din.uem.br

**Celestino Alves de Sousa Netto**

Superintendência de Distribuição Leste  
Companhia Paranaense de Energia - COPEL  
81200-240-Curitiba-PR  
netto13@yahoo.com.br

**Silvio Alexandre de Araujo**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação  
Universidade Estadual Paulista  
15054-000-São José do Rio Preto-SP  
saraujo@ibilce.unesp.br

### **RESUMO**

Elaborar escalas de trabalho para área de atendimento telefônico exige a manipulação de um grande volume de informações, o que torna a tarefa complexa e sujeita a ocorrência de conflitos entre os elementos envolvidos. As escalas de turnos, folgas, férias, sobreavisos, postos de atendimento, intervalos e ilhas de atendimentos são geradas mensalmente, podendo sofrer alterações no decorrer do mês. Entre as escalas mencionadas existem vínculos que devem ser considerados na elaboração das escalas. Neste contexto, o presente trabalho propõe um método de resolução capaz de automatizar e otimizar a geração de escalas a partir de dados existentes na empresa, minimizando custos decorrentes do processo manual.

**Palavras-chave: Problema de escalonamento de trabalho. Designação. Atendimento telefônico. Otimização Combinatória.**

### **ABSTRACT**

To elaborate work scheduling for call centers demands the manipulation of a great volume of information and is a complex task subjects to the occurrence of conflicts between the involved elements. The work scheduling, holidays, vacations, warnings, intervals and islands of attendance are generated monthly and it can change during the month. Between the mentioned scheduling there are relations that must be considered in the elaboration of the schedules. In this context, the present work considers a solution method to automate and to optimize the generation of schedules from existing data in the company, in order to minimize costs in relation to the manual process.

**Key Words: Work scheduling problem. Assignment, Call Center. Combinatory Optimization.**



## 1. Introdução

O aparato tecnológico disponibilizado para cada posto de atendimento (PA) em uma central de atendimento telefônico impressionaria a Agner Krarup Erlang (em 1909), primeira pessoa a estudar o problema de redes de telefonia, relacionando a distribuição aleatória de chamadas telefônicas à lei de distribuição de Poisson. Entretanto, nem sempre encontramos o mesmo aparato tecnológico na área que abriga as pessoas responsáveis pelo escalonamento de pessoal da central.

Dentro do contexto de escalonamento de pessoal têm surgido muitos problemas de otimização que, embora compartilhem de alguns aspectos, são distintos em sua essência devido a suas particularidades. Essas particularidades dificultam a criação de um único modelo de resolução aplicável em todos os problemas. Na literatura, podem ser encontrados diversos problemas relacionados, tais como: Alocação de Mão-de-Obra em Problemas de Escalonamento Cíclico (Baker (1997)), Escalonamento de Enfermeiras Usando Programação Matemática (Miller et al. (1976)), Escalonamento Baseado em Preferência (Lau (1992) e Warner (1976)), Métodos Heurísticos para Operador de Telefone (Henderson e Berry (1976)) e utilização de meta-heurística na Programação de Escala de Pessoal em Empresas de Transporte Coletivo de (Gomes e Barros Neto (2003)), dentre muitos outros.

Após uma revisão bibliográfica de trabalhos que tratam do escalonamento de pessoal em centrais de atendimento telefônico, foi possível observar que, por ser uma área relativamente nova, poucos trabalhos tratam do problema.

Verificou-se na literatura métodos propostos para avaliar a necessidade de mão-de-obra em centrais telefônicas. Os modelos “enfileirar-se” *Queuing* (Buffa e Luce (1976)) e os modelos de simulação (Brigandi et al. (1994) e Henderson et al. (1999)) podem ser usados para obter o número adequado de tele-atendentes para cada intervalo de tempo, entretanto, não é este o foco do presente trabalho, sendo que, essa distribuição por horário será um dos dados de entrada do modelo. O modelo *Queuing* de Erlang-C é o preferido para a maioria das aplicações de centros de chamadas, são modelos elegantes e podem oferecer resultados analíticos, mas, em geral, muitas simplificações do mundo real necessitam serem feitas. Os modelos de simulação suportam muitos fatores práticos, porém, podem gerar soluções muito caras computacionalmente. Às vezes, os modelos *Queuing* e simulação são combinados para obter escalas ideais de funcionários.

Uma revisão dos problemas importantes das centrais de atendimento telefônico que podem ser resolvidos por meio de técnicas de pesquisa operacional é exposta por Mehrotra (1997). Uma revisão mais recente é fornecida no relatório técnico intitulado *Call Centers* (Grossman et al. (1999)). Outro trabalho específico para centrais de atendimento telefônico estudado concentra-se em casos da Central de Inquéritos de Hong Kong (Parkan et al. (1999)).

Embora existam muitas vertentes e problemas relacionados, este trabalho foca o problema de alocação de tele-atendentes em horários previamente fixados, respeitando as preferências individuais e necessidades da central de atendimento telefônico, tendo como alvo o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao escalonamento. Desta forma, este trabalho diferencia-se dos demais disponíveis na literatura tendo como objetivo principal, o desenvolvimento de um algoritmo que de suporte a criação de uma ferramenta com interface amigável que utilize um método computacional para resolver o problema de escalonamento mensal de funcionários de centrais de atendimento telefônico.

As informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho foram coletadas diretamente em uma Central de Atendimento Telefônico da Companhia Paranaense de Energia (Copel). Isto foi de significativa importância para validar os resultados por proporcionar a visualização da solução em uma aplicação real.

## 2. Caracterização do Problema

O escalonamento de mão-de-obra é uma tarefa bastante rotineira no contexto de grandes centrais de atendimento telefônico. Tal atividade envolve, basicamente, subdividir um determinado conjunto de tele-atendentes entre diferentes horários de trabalho de forma a cobrir os postos de atendimento de acordo com a demanda, respeitando os direitos contratuais. Existe a preocupação das organizações em fornecer condições de trabalho que aumentem a satisfação dos funcionários, desta forma, quando se trata da elaboração de uma escala de trabalho, vale considerar fatores como preferências individuais de cada colaborador no que diz respeito a horários e/ou turnos.

O problema surge uma vez por mês. Sua resolução manual leva horas ou mesmo dias. Além disso, sem apoio de uma ferramenta adequada, a solução fica sujeita a inconsistências nos dados, conflitos de horários e dependência de revisão e confirmação das informações. Além disso, o custo pode inviabilizar tal prática. Este fator motiva o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, capaz de automatizar e otimizar a geração de escalas a partir de dados existentes na empresa.

Algumas simplificações serão consideradas neste trabalho: a escala de especialidade, que indica qual o tipo de atendimento a ser realizado pelo tele-atendente, como comercial, emergencial e outros; a escala de intervalos, que define as folgas em um mesmo turno de trabalho; e escala de férias não fazem parte do foco deste trabalho. Consideramos neste trabalho que a quantidade de tele-atendentes por horário já é conhecida e antecipa a possibilidade de férias. Esta previsão de demanda trata de outro problema de escalonamento, porém baseado em estatísticas do DAC (sistema de distribuição automática e chamadas), e também não é contemplado neste trabalho.

Assim este artigo concentra-se na escala de trabalho, que controla os turnos e as folgas, e na escala de sobreaviso (escala de funcionários que estão de plantão para o caso de alguma ocorrência inesperada). A seguir apresentam-se algumas restrições quanto à elaboração da escala, que garantem o atendimento às normas e exigências legais e/ou da empresa:

- **Previsão de férias de funcionário:** Considera-se a existência de quatro períodos em um dia: Madrugada: entre zero e seis horas; Manhã: entre seis e doze horas; Tarde: entre doze e dezoito horas e Noite: entre dezoito e zero hora.

A quantidade de atendentes que iniciam seus turnos em um mesmo período do dia e pretendem tirar férias no mesmo período do mês não pode ultrapassar 10% do total de atendentes daquele período. O gozo das férias pode ocorrer em duas quinzenas, em meses diferentes, ou em única parcela de 30 dias, podendo abranger dois meses consecutivos. Cada turno normal tem duração de seis horas. Geralmente a entrada de atendentes ocorre em diferentes horários, de forma a atender a demanda prevista. Por exemplo, pode ocorrer de entrar quatro funcionários às 06h00min, quatro a 06h30min, oito as 07h00min, e assim por diante.

Para não comprometer o atendimento a demanda em determinada faixa de horários, é preferível que ocorra a distribuição dos funcionários de férias de forma a não sobrecarregar um horário. Seguindo o exemplo anterior, supondo que três daqueles atendentes desejam férias no mesmo período, é preferível escalar um em cada horário.

- **Tipos de Escalas:** a central de atendimento pode administrar diferentes tipos de escalas, sendo as mais comumente aplicadas: Escala Reduzida; Escala 5x2; Escala 6x1 e Escala 3x1.

A Escala Reduzida têm por objetivo cobrir a demanda em dias úteis e em final de semana. Como em finais de semana normais a demanda é menor, esta escala faz a seguinte divisão das tarefas: todo atendente trabalha um fim de semana a cada quatro semanas, sábado e domingo, compensando em algum dia antes e em algum dia depois do fim de semana os dias trabalhados; deve haver quatro dias de trabalho entre cada folga. Atualmente, apenas tele-atendentes concursados participam desta escala. Na Escala Reduzida, os tele-atendentes que trabalham em determinado final de semana são divididos em dois grupos: um grupo folga na quinta-feira (antes) e na terça-feira (depois), e outro grupo folga na sexta-feira (antes) e na



quarta-feira (depois). Este controle evita que o funcionário trabalhe mais de cinco dias sem folgas. Existem ainda casos em que o tele-atendente no lugar de um sábado e um domingo seguido trabalha dois sábados, tendo folga na quinta-feira ou na sexta-feira anterior ao sábado a trabalhar, ou dois domingos, tendo folga na terça-feira ou na quarta-feira posterior. Estes casos são raros e tratados diretamente com a coordenação da central.

A Escala 5x2 é mais simples: O funcionário trabalha cinco dias seguidos e folga dois. A folga coincide com o final de semana. Atualmente, apenas monitores e atendentes de uma empresa terceirizada participam desta escala.

Na Escala 3x1 o funcionário trabalha três dias seguidos e folga um. O primeiro dia tem o turno com início às 18h, o segundo às 12h e o terceiro às 6h. Atualmente, apenas monitores participam desta escala, o que a torna de simples elaboração, visto que monitores representam apenas a décima parte dos funcionários que devem ser escalonados.

Pertencendo a Escala 6x1, o tele-atendente trabalha seis dias seguidos e folga um. O turno tem duração de cinco horas, ao contrário da jornada normal de seis horas. A folga ocorre aos domingos. Esta escala deixou de ser aplicada no mês de agosto de 2005.

**- Vínculos entre Escalas:** existem vínculos entre as escalas e outros dados do sistema que devem ser verificados antes de qualquer atribuição. Estes vínculos ocorrem entre: escala de sobreaviso e escala de férias; escala de sobreaviso e escala de trabalho; escala de sobreaviso e cadastro de atividades escolares de funcionários; escala de trabalho e cadastro de atividades escolares de funcionários; escala de sobreaviso e cadastro de endereço de funcionários.

Não deve ocorrer escalonamento de funcionário para sobreaviso em dia que esteja de férias ou em horário de trabalho, no entanto, em dia de folga pode permanecer de sobreaviso. São escalados cinco tele-atendentes na semana, que não estudam à noite, para sobreaviso das 20h às 00h. Dos que não forem escalados para a semana, seleciona-se dez para ficar de sobreaviso cada final de semana, sendo o período aos sábados entre 13h e 23h e aos domingos entre 08h e 23h. Deve ocorrer distribuição uniforme dos tele-atendentes na escala de sobreaviso, evitando assim, sobrecarregar alguma pessoa.

Além dessas restrições necessárias, existem outras que visam satisfazer as necessidades pessoais do empregado. O turno de trabalho e a participação na escala de sobreaviso devem ocorrer preferencialmente em horário que possibilite ao funcionário frequentar curso de graduação, pós-graduação ou pós-médio. Trabalhadores que residem em outras cidades devem preferencialmente não fazer parte da escala de sobreaviso

### 3. Modelagem Matemática

O modelo de designação em centrais telefônicas consiste em determinar como as atribuições devem ser feitas de forma a minimizar o custo total. Segundo Mirshawka, os problemas de designação ocorrem quando se tem que distribuir uma determinada quantidade de itens em uma quantidade igual de localizações (Mirshawka (1999)). Por isso, em situações em que haja mais funcionários do que tarefas (uma tarefa é uma possibilidade de início de um horário de trabalho) devem ser criadas tarefas fictícias com custo para execução dessas tarefas igual a zero, de tal forma que exista sempre a igualdade entre números de funcionários e tarefas. Caso o número de tarefas seja superior ao número de funcionários, devem ser criados funcionários fictícios onde o custo para sua associação a todas as tarefas seja zero.

A matriz de coeficientes de custos é chamada matriz de eficiência, e deve ser fornecida como entrada para o algoritmo de escalonamento o qual deve apresentar uma solução que, suprimindo as necessidades da empresa, melhor atenda as preferências e necessidades dos tele-atendentes, ou seja, atribua ao funcionário a tarefa que tiver menor custo. O custo é definido de acordo com a satisfação do tele-atendente em trabalhar no horário especificado. Quanto maior a satisfação, menor o custo. A melhor solução é aquela que apresenta o menor valor na somatória dos valores de cada associação, conforme expressão:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeita à:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{para } j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{para } i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se o funcionário } i \text{ for designado} \\ & \text{para a tarefa } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

onde: o número de funcionários e a quantidade de tarefas são representados por  $n$ , e o custo de associar o funcionário  $i$  a tarefa  $j$  é representado por  $c_{ij}$ .

As restrições para a variável  $x_{ij}$  garantem que todo funcionário será designado para exatamente uma tarefa. Logo, nenhuma tarefa ficará sem associação.

#### 4. Método de Resolução

O algoritmo que resolve o problema de escalonamento recebe, como entrada, uma matriz quadrada, onde as colunas representam tele-atendentes e as linhas representam as tarefas. Uma tarefa, neste caso, consiste de um horário de início do turno.

Visando gerar a escala de trabalho, o custo  $c_{ij}$  será um valor que representa o grau de satisfação do funcionário  $i$  com relação a tarefa  $j$ . Por se tratar de um problema de minimização, o custo é inverso a preferência, e poderia ser representado por

$$\text{custo} = \left( \frac{1}{\text{preferência}} \right)^2$$

A Tabela 1 apresenta um exemplo de matriz nos moldes propostos. O resultado da designação é apresentado em forma de vetor. Considerando a matriz representada pela Tabela 1 como entrada para o algoritmo, o resultado seria como disposto como na Tabela 2.

Tabela 1 – Exemplo de matriz de entrada para algoritmos de escalonamento.

	ANA	BRUNO	CARLA	DUDA	ELEN	FABIO	GABI	HUGO	INES
<b>06:00</b>	100	50	0	80	0	100	40	80	100
<b>06:30</b>	100	60	0	50	0	100	0	50	100
<b>07:00</b>	100	100	0	10	0	100	0	10	100
<b>08:00</b>	80	100	20	0	0	100	20	0	80
<b>12:00</b>	70	80	40	0	50	30	40	0	70
<b>14:00</b>	50	50	50	0	50	0	50	0	50
<b>15:00</b>	30	0	0	0	50	0	0	0	30
<b>16:00</b>	0	0	50	50	100	30	50	50	0
<b>18:00</b>	0	40	100	80	100	40	100	80	0

Tabela 2 – Resultado do escalonamento com a matriz da Tabela 2.

	ANA	BRUNO	CARLA	DUDA	ELEN	FABIO	GABI	HUGO	INES
<b>Horário Ideal</b>	16:00	15:00	06:00	12:00	07:00	14:00	06:30	08:00	18:00

Percebe-se que, quanto maior a quantidade de tele-atendentes a escalonar, mais complexa se torna a rotina. Visando distribuir os funcionários com direito a férias, de forma a não sobrecarregar um horário, será aplicado o algoritmo primeiramente a estes tele-atendentes. As tarefas e os funcionários que não forem associados serão combinados em etapa posterior.

O método aplicado para resolver este problema baseia-se no algoritmo húngaro, proposto por Kuhn em 1955 (Kuhn (1995)). O algoritmo trabalha com uma submatriz  $(X,Y)$  de valores, onde cada coluna corresponde a um funcionário  $i$  e cada linha a uma tarefa  $j$ , procurando obter um conjunto de valores nulos independentes através da subtração de constantes de cada linha e coluna.

Um conjunto de posições independentes na matriz  $(X,Y)$  corresponde a um acoplamento. O algoritmo procura o menor número de linhas e colunas que contenha todos os zeros obtidos pelas subtrações, o que equivale a obter uma cobertura de vértices para o grafo parcial correspondente às arestas zeradas. Se o acoplamento não for perfeito, torna-se possível zerar ao menos uma nova aresta, o que permitirá aumentá-lo. A última cobertura, correspondente à solução ótima. Estas atribuições resultam na escala para um dia. O escalonamento completo depende da designação em todos os dias do mês.

O problema pode ser representado pelo Figura 1. Caso a previsão de demanda variasse de acordo com o dia, os horários de início de turno dos trabalhadores também serão diferentes, podendo resultar um grafo semelhante ao apresentado pela Figura 2. Entretanto, esta situação não ocorre na central de atendimento em questão. O horário de trabalho de cada tele-atendente não se altera no decorrer do mês. A única mudança que ocorre é a folga, ou seja, em certos dias o funcionário não é designado para nenhum horário.

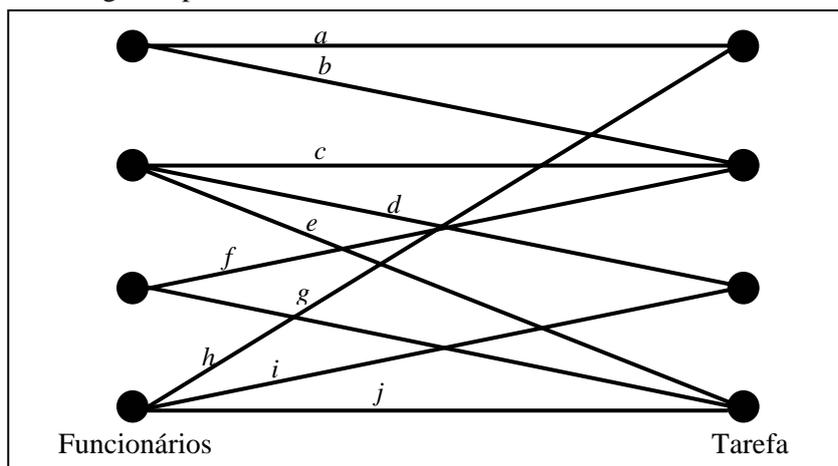


Figura 1 – Problema de designação representado por um grafo, com custos definidos para cada aresta

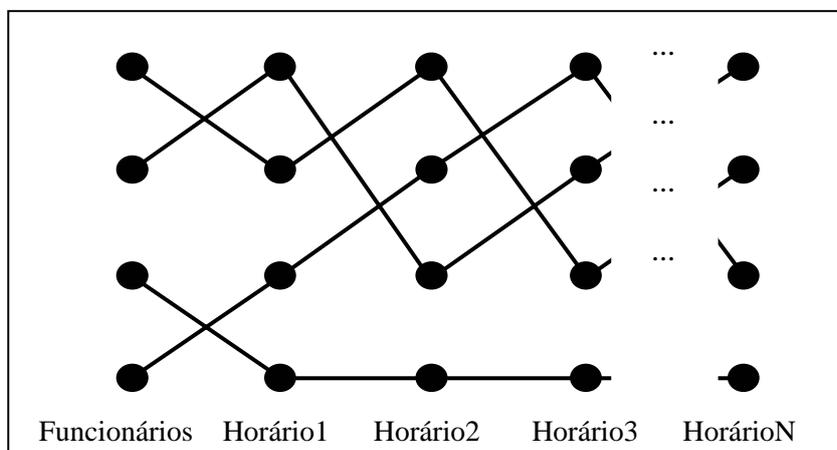


Figura 2 – Exemplo de escalonamento com variação dos horários

### 5. Definição dos Parâmetros

### - Escala de Trabalho

A atribuição de custos à matriz de entrada do algoritmo é dada por conhecimento empírico. A ferramenta de escalonamento possibilita ao usuário configurar estes valores. No caso da escala de trabalho, que indica os horários de início de turno, os valores atribuídos a matriz de possibilidades consideram dois fatores: horário de estudo do funcionário e preferência pessoal.

Apesar do algoritmo não apresentar limitação referente à quantidade de valores diferentes que podem ser atribuídos a matriz, para resolver o problema da central telefônica, convencionou-se o uso de apenas seis valores, seguindo critérios dispostos nesta seção. Com relação ao horário de estudo do funcionário, podem ser atribuído três valores, dependendo da compatibilidade com suas atividades escolares. Na ferramenta de geração de escalas, estes valores podem ser configurados pelo usuário, para os períodos matutino, vespertino, noturno e integral.

Tendo em vista as preferências pessoais de cada trabalhador, podem ser atribuídos outros três valores, menores do que os supramencionados. Dois destes valores são atribuídos aos dois horários indicados pelo funcionário como favoritos, armazenados na base de dados. O terceiro valor é atribuído aos horários com até uma hora de diferença dos dois preferidos.

### - Escala de Sobreaviso

No caso da escala de sobreaviso, os valores atribuídos a matriz de possibilidades variam de acordo com o horário das atividades escolares do funcionário. Em horários conflitantes são atribuídos valores altos, e nos demais valores baixos.

## 6. Apresentação da Ferramenta Desenvolvida

Como o trabalho está baseado em um problema real, é possível comparar os escalonamentos feitos manualmente pela área com os gerados pelo algoritmo de escalonamento de tele-atendentes, doravante denominado **Alestel**.

O programa foi implementado com a ferramenta de desenvolvimento rápido Delphi, da fabricante Borland, versão 7. O banco de dados é o Interbase.

Na tela de cadastro de tele-atendentes podem ser informados, além de dados cadastrais, dois horários preferidos para cada funcionário. Estes horários são favorecidos na atribuição de pesos. A janela principal do aplicativo apresenta a matriz de entrada e, logo abaixo, algumas opções de configurações, como pode ser verificado na Figura 4.

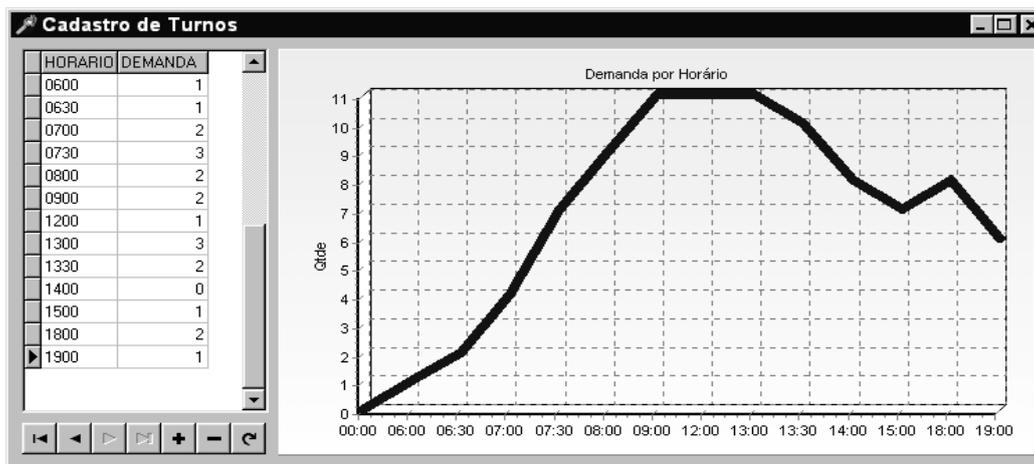


Figura 3 – Tela de cadastro de demanda exigida por cada turno.

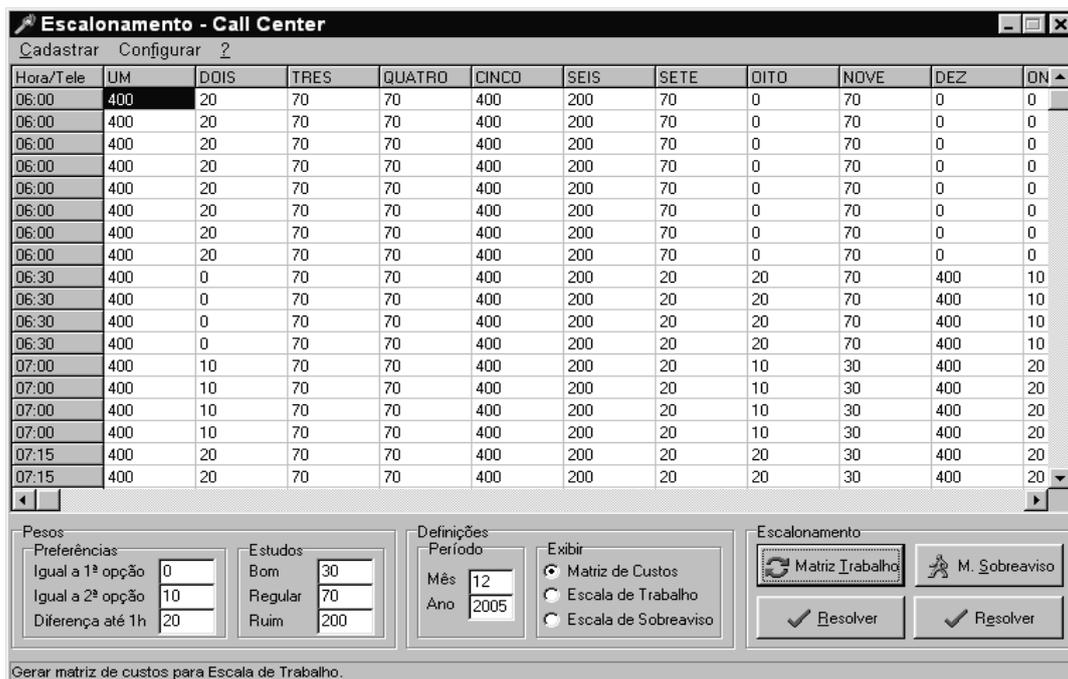


Figura 4 – Tela principal da ferramenta.

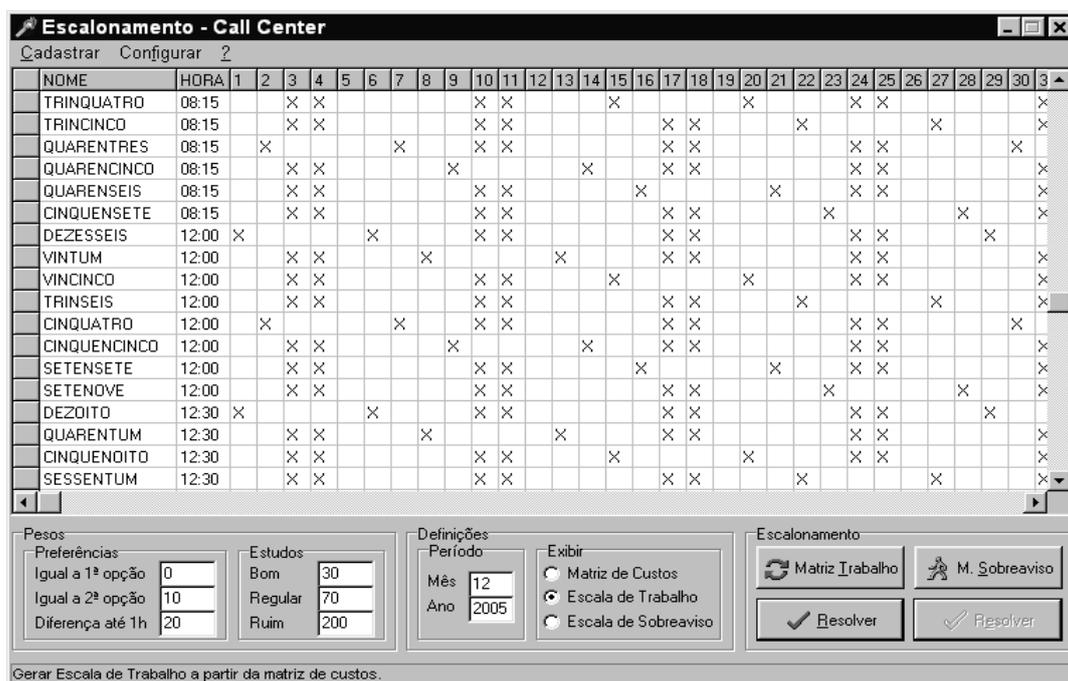


Figura 5 – Tela principal exibindo a escala de trabalho.

O algoritmo de escalonamento é executado ciclicamente até gerar a escala completa. Nos primeiros ciclos, são escalonados apenas os funcionários com previsão de gozo de férias. A Figura 5 apresenta uma escala de trabalho gerada com base nas informações de entrada

### 7. Resultados Computacionais

Visando verificar a validade do modelo, foram coletados os dados utilizados pela referida central para gerar a escala de trabalho do mês de março de 2005. Estes dados foram cadastrados na base de dados da ferramenta proposta, a fim de possibilitar a comparação entre os resultados obtidos pelo Alestel e os obtidos pelo processo manual utilizado na época.

Dentre estas informações, constam dois horários favoritos pelos tele-atendentes. Esta pesquisa de preferência foi realizada em fevereiro de 2005, e foi a única do ano citado.

Mensalmente, são realizados dois escalonamentos distintos, uma para os funcionários concursados e outro para os da empresa terceirizada. Como o número de funcionários do quadro próprio representa mais do que 70% do total de tele-atendentes, a dificuldade para atribuir os horários aos funcionários deste grupo é maior. Por isso, foram considerados os dados destas 79 pessoas nos testes.

### 7.1. Atribuições Obtidas

A Tabela 3 apresenta os dados de entrada e os resultados obtidos pelos dois processos distintos. A fim de preservar a identidade dos funcionários, foi utilizado um registro fictício na primeira coluna.

A segunda e a terceira coluna apresentam os horários escolhidos pelos tele-atendentes na pesquisa. A quarta coluna indica o período de estudo do funcionário. A quinta coluna mostra qual foi a designação feita manualmente em março de 2005 com base nos dados de entrada. A sexta coluna apresenta a menor diferença entre o horário designado manualmente e os horários preferidos de cada tele-atendente. A sétima coluna contém as designações feitas pelo Alestel com base nos dados de entrada. A oitava coluna, semelhante a sétima, mostra a menor diferença entre o horário designado pelo Alestel e os horários preferidos pelos tele-atendentes. Os funcionários que tiveram suas preferências atendidas pelos dois métodos foram omitidos desta lista.

Tabela 3 – Atribuições realizadas manualmente e realizadas pelo Alestel.

Registro (fictício)	Dados de Entrada			Resultado Manual		Resultado do Alestel	
	1ª opção	2ª opção	Período de Estudo	Designação manual	Diferença entre opções escolhidas	Designação Alestel	Diferença entre opções escolhidas
40703	13:00	13:30	-	14:00	00:30	14:15	<b>00:45</b>
40705	17:30	18:00	-	13:30	<b>-04:00</b>	17:30	00:00
40706	13:00	13:30	Matutino	14:15	<b>00:45</b>	13:30	00:00
40712	07:00	07:30	Noturno	06:30	<b>-00:30</b>	07:00	00:00
40713	13:00	13:30	Noturno	14:00	00:30	14:15	<b>00:45</b>
40715	06:00	13:00	Noturno	13:00	00:00	14:00	<b>01:00</b>
40717	07:00	07:30	Noturno	07:15	00:15	08:15	<b>00:45</b>
40719	12:45	13:00	-	13:00	00:00	14:00	<b>01:00</b>
40721	12:00	-	-	14:15	<b>02:15</b>	12:00	00:00
40725	12:00	12:45	Noturno	12:30	<b>-00:15</b>	12:00	00:00
40728	07:00	07:30	Noturno	07:00	00:00	08:15	<b>00:45</b>
40730	07:00	12:45	Noturno	07:00	00:00	13:30	<b>00:45</b>
40731	12:45	13:00	-	17:30	<b>04:30</b>	14:00	01:00
40732	07:00	07:30	Noturno	07:15	<b>00:15</b>	07:00	00:00
40734	07:30	08:00	Noturno	12:30	<b>04:30</b>	08:15	<b>00:15</b>
40735	07:30	08:00	Noturno	08:00	00:00	08:15	<b>00:15</b>
40737	06:00	07:00	Noturno	06:00	00:00	07:15	<b>00:15</b>
40738	06:00	07:00	Noturno	07:00	00:00	07:15	<b>00:15</b>
40741	08:00	12:30	-	14:00	<b>01:30</b>	08:00	00:00
40742	06:00	07:00	Noturno	07:30	<b>00:30</b>	07:15	00:15

Registro (fictício)	Dados de Entrada			Resultado Manual		Resultado do Alestel	
	1ª opção	2ª opção	Período de Estudo	Designação manual	Diferença entre opções escolhidas	Designação Alestel	Diferença entre opções escolhidas
40745	07:30	08:00	Noturno	08:00	00:00	08:15	00:15
40746	07:30	08:00	Noturno	14:00	00:00	08:15	00:15
40747	07:30	08:00	Noturno	08:00	00:00	07:15	-00:15
40750	12:45	13:00	-	12:00	-00:45	14:00	1:00
40751	12:45	13:00	-	14:00	01:00	14:00	01:00
40752	06:00	12:45	-	13:30	00:45	06:00	00:00
40754	06:00	12:00	-	12:30	00:30	12:00	00:00
40757	07:30	08:15	Noturno	08:00	-00:15	08:15	00:00
40758	07:00	12:30	-	12:00	-00:30	12:30	00:00
40759	08:00	12:00	-	8:15	00:15	08:00	00:00
40761	12:30	13:30	Noturno	13:00	00:30	12:30	00:00
40762	13:30	14:15	Noturno	14:00	-00:15	13:00	-00:30
40763	13:30	14:15	-	14:00	-00:15	13:30	00:00
40770	12:45	13:00	Matutino	14:00	01:00	14:00	01:00
40772	06:30	07:30	Noturno	07:15	-00:15	06:30	00:00
40773	06:00	13:00	-	08:15	02:15	14:00	01:00
40775	07:30	-	Noturno	08:15	00:45	07:30	00:00
40777	12:00	12:45	-	13:00	00:15	12:00	00:00
40778	12:45	13:00	-	14:15	01:15	14:00	01:00
40779	06:30	12:00	-	12:00	00:00	12:30	00:30

## 7.2. Comparação entre as Atribuições

As principais diferenças entre os resultados obtidos pelos processos distintos é exibido na Tabela 4.

Tabela 4 – Principais diferenças entre as designações realizadas manualmente e pelo Alestel.

	Designação manual	Designação realizada pelo Alestel
Maior diferença percebida entre horário preferido pelo funcionário e atribuição realizada	04h30min	01h00min
Diferença média entre os horários preferidos pelos funcionários e a atribuições realizadas	00h50min	00h33min
Quantidade de funcionários aos quais foram atribuídos horários diferentes dos favoritos	30 (37,9%)	23 (29,1%)
Quantidade de atribuições de horários com diferença superior a uma hora dos horários favoritos	7 (7,6%)	0 (0%)

Foi constatada uma equiparação das diferenças entre os horários preferidos pelos funcionários e os atribuídos, evitando que um tele-atendente seja mais beneficiado do que outro em grandes proporções. Este nivelamento pode ser observado comparando os gráficos que seguem (Figuras 6 e Figura 7). Cada coluna dos gráficos refere-se a um tele-atendente cujo horário designado não foi nenhum dos apontados pelo mesmo como preferido. Para a maioria dos

funcionários foram atribuídos manualmente horários próximos dos preferidos. Entretanto, para alguns, o horário designado foi muito distante dos favoritos.

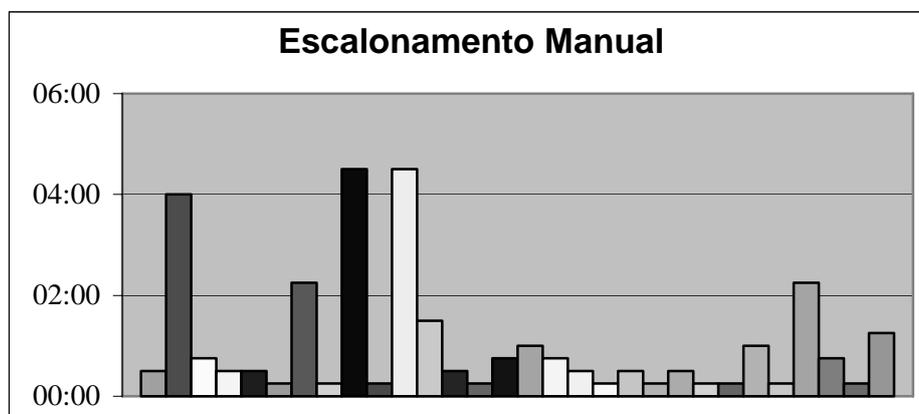


Figura 6 – Diferença entre os horários preferidos pelos tele-atendentes e os designados manualmente.

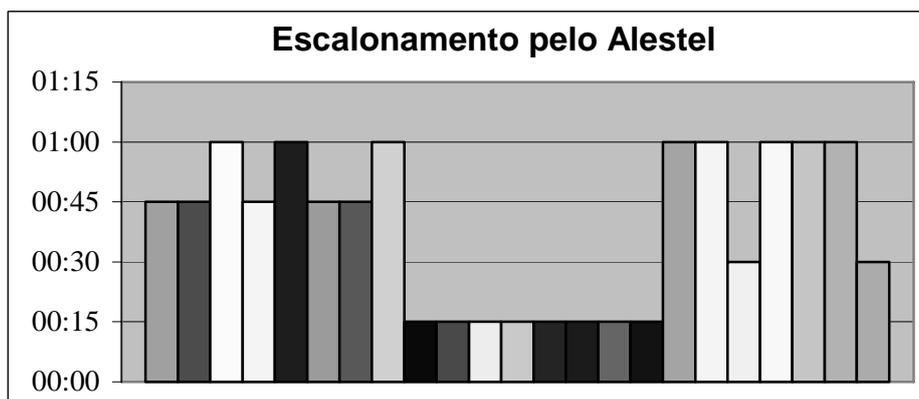


Figura 7 – Diferença entre os horários preferidos pelos tele-atendentes e os designados pelo Alestel.

Comumente, tele-atendentes propõem mudanças na escala. Isto ocorre, geralmente, quando um tele-atendente percebe que o horário em que está trabalhando é mais adequado para outro funcionário, que por sua vez, está trabalhando em um horário que é preferido pelo primeiro. Desta forma, a cada troca, ocorre uma redução do desnível visualizado na Figura 6.

Entretanto, este processo é muito lento, pois depende da análise e da negociação entre os funcionários. Geralmente, mesmo depois de vários meses, poucas melhorias são percebidas na escala com o objetivo de aumentar a satisfação dos funcionários.

## 8. Conclusão

As exigências de mão-de-obra em aplicações de centrais de atendimento telefônico são necessariamente variáveis em determinados períodos. Os horários de início do turno e início de intervalo precisam ser variados a fim propiciar boa cobertura das exigências de mão-de-obra. Geralmente, em períodos aleatórios, a demanda por atendimento excede a mão-de-obra disponível.

Uma vez que as exigências de mão-de-obra são conhecidas, torna-se necessário derivar bons escalonamentos. As soluções devem considerar o fato de que nem todas as chamadas serão do mesmo tipo e que os diferentes funcionários possuem habilidades diferentes. Ao gerar escalas de trabalho, deve ser considerada a possibilidade de algum fato externo ou interno interferir de



forma a alterar as exigências previstas. Dependendo da circunstância, o número de tele-atendentes pode variar muito.

Observou-se que o processo de elaboração de escalas de trabalho esta sujeito a um conjunto de regras que são específicas a uma organização, podendo ser obrigatórias ou não.

Através da comparação das escalas obtidas com a resolução do referido modelo matemático com as escalas obtidas manualmente, fica evidenciada a importância de métodos de otimização na resolução deste tipo de problema. Entre os benefícios verificados no uso ferramenta proposta está a minimização da diferença média entre os horários designados e os preferidos pelos funcionários. Além disso, foi constatada uma equiparação dessas diferenças, evitando que um tele-atendente seja mais beneficiado do que outro em grandes proporções.

Estes fatores interferem diretamente na satisfação do tele-atendente, e indiretamente, na qualidade do serviço prestado pela empresa. Isto reflete a importância do presente trabalho para centrais de atendimento telefônico.

### Referências

**Baker, Kenneth R.** (1997), *Workforce Allocation in Cyclical Scheduling Problems: A Survey*, Pergamon Press, v. 27, 155-167.

**Brigandi, A., Dragon, D., Sheehan, M. e Spencer III, T.** (1994), *AT&T's call processing simulator operation design for inbound call centers*, *Interfaces*, 6-28.

**Buffa, E., Cosgrove, M. e Luce, B.** (1976), *An integrated work shift scheduling system*, *Decision Sciences*, 620-630.

**Gomes, Heider Augusto Da Silva e Barros Neto, Júlio Francisco** (2003), *Utilização de Metaheurística na Programação de Escala de Pessoal em Empresas de Transporte Coletivo de Ônibus*, XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO) Natal-RN, 894-905.

**Grossman, T., Samuelson, D., Oh, S. e Rohleder, T.** (1999), *Call centers*, Technical Report, Haskayne School of Business, University of Calgary.

**Henderson, Willie B. e Berry, William L.** (1976), *Heuristic Methods for Telephone Operator Shift Scheduling: An Experimental Analysis*, *Management Science*, v. 22, n. 12, 1372-1380.

**Henderson, S., Mason, A., Ziedins, I. e Thomson, R.** (1999), *A heuristic for determining efficient staffing requirements for call centres*, Technical Report, Department of Engineering Science, University of Auckland.

**Kuhn, H. W.** (1955), *The Hungarian method for the assignment problem*, *Naval Research Logistics*, 2, 83-97.

**Lau, Hoong Chuin** (1992), *Preference-Based Scheduling Via Constraint Satisfaction*, Conf. On Optimization: Techniques and Applications, World Scientific.

**Mehrotra V.** (1997), *Ringling up big business*, *OR/MS Today*.

**Miller, Holmes E., Pierskalla, William P. e Rath, Gustave J.** (1976), *Nurse Scheduling Using Mathematical Programming*, *Operations Research*, v. 24, n. 5, 857-870.

**Mirshawka, Vitor** (1981), *Pesquisa Operacional*, v.1, 2ª Ed., São Paulo: Nobel, 93-99.

**Parkan, C., Lam K. e Chan H.** (1999), *Workforce planning at a bill inquiries centre*, *International Journal of Modelling and Simulation*, 118-126.

**Warner, D. Michael** (1976), *Scheduling Nursing Personnel According to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach*, *Operations Research*, v. 24, n. 5, 842-855.