

Ferramenta de Apoio ao Escalonamento de Teleatendentes

Telephone Attendant Scheduling Support Tool

Celestino Alves de Sousa Netto¹
Ademir Aparecido Constantino²
Sílvia Alexandre de Araujo³

¹COPEL – Companhia Paranaense de Energia
celestino.netto@copel.com

²UEM – Universidade Estadual de Maringá
ademir@din.uem.br

³UNESP – Universidade Estadual Paulista
saraujo@ibilce.unesp.br

Abstract: To elaborate work schedules for telephonic attendance, the manipulation of a large volume of information is required, which makes the task more complex and subject to conflicts among the elements involved. The schedules of shifts, free times, vacations and duties are generated every month, but modifications in the course of the month can still occur. There are, among those schedules, links that need to be considered in their elaboration. In this context, the present work proposes the development of a tool capable of automating and improving the schedule generation based on operational research techniques and methods, performing the mathematical modelling stages, information organization, computational implementation and development of a user friendly interface.

Keywords: Schedule automation, telephonic attendance, operational research, combinatory optimization.

Resumo: Elaborar escalas de trabalho para a área de atendimento telefônico exige a manipulação de um grande volume de informações, o que torna a tarefa complexa e sujeita à ocorrência de conflitos entre os elementos envolvidos. As escalas são geradas mensalmente, podendo sofrer alterações no decorrer do mês. Devem ser considerados na elaboração das escalas os vínculos existentes. Nesse contexto, o presente trabalho propõe a implementação de uma ferramenta capaz de automatizar e otimizar a geração de escalas a partir de técnicas e métodos de pesquisa operacional, realizando as etapas de modelagem matemática, organização de dados, implementação computacional e desenvolvimento de uma interface amigável.

Palavras-chave: Automação de escalonamento, atendimento telefônico, pesquisa operacional, otimização combinatória.

1 Introdução

O presente trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de algoritmos que dêem suporte à 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.

Outro alvo deste trabalho é a modelagem matemática do problema de modo que a solução obtida possibilite a geração de escalas de trabalho otimizadas.

Com esse intuito, propôs-se o estudo das atuais técnicas de escalonamento, com foco em diversos tipos de problema, por meio de revisões bibliográficas.

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

O problema descrito aqui ocorre uma vez por mês. Sua resolução manual pode levar 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.

Espera-se, portanto, através da ferramenta em questão, possibilitar a redução dos custos com a geração de escalas de trabalho e aumentar a satisfação dos funcionários à medida que suas preferências são atendidas.

2 Descrição 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 teleatendentes 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. Dessa 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 turnos.

Gerar as escalas de trabalho manualmente expõe o resultado a inúmeras possibilidades de falhas, principalmente se o número de funcionários for elevado. Além disso, o custo pode inviabilizar tal prática.

Esse fator motiva o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, que tem por objetivo automatizar e otimizar a geração de escalas a partir de dados existentes na empresa.

O presente projeto concentra-se na escala de trabalho, que controla os turnos e as folgas, e na escala de sobreaviso, visto o custo significativo de sua elaboração. A escala de especialidade, que indica qual o tipo de atendimento a ser realizado pelo teleatendente, tais como comercial, emergencial e outros, a escala de intervalos, que define as folgas em um mesmo turno de trabalho, e a de férias não fazem parte do foco deste trabalho.

Considera-se neste trabalho que a quantidade de teleatendentes por horário já é conhecida e antecipa a possibilidade de férias. Essa previsão de demanda trata de outro problema de escalonamento, porém baseado em estatísticas do sistema de distribuição automática e chamadas (DAC), e não é contemplado neste trabalho.

3 Elementos do cenário

Existem diversos cargos e funções em uma central de atendimento telefônico, os quais podem ser subdivididos em funções de apoio, controle, supervisão, monitoramento e atendimento. Para o escalonamento, deve-se contemplar apenas monitores e, principalmente, atendentes.

Cada monitor é responsável por um grupo com cerca de doze teleatendentes. Cabe aos monitores realizar o acompanhamento dos atendimentos e apoiar o teleatendente em atendimentos complexos ou que dependam de contato com outras áreas da empresa.

Os teleatendentes compõem a interface da empresa com seus clientes. Podem fazer parte do quadro próprio de funcionários, admitidos por meio de concurso, ou ser contratados por meio de empreiteiras.

4 Considerações para a elaboração das escalas

Existem restrições quanto à elaboração da escala, que garantem o atendimento às normas e exigências legais e da empresa. Essas restrições são tratadas a seguir.

4.1 Previsão de férias de funcionário

Considera-se a existência de quatro períodos em um dia:

- Madrugada: entre 0h e 6h;
- Manhã: entre 6h e 12h;
- Tarde: entre 12h e 18h; e
- Noite: entre 18h e 0h.

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 à demanda prevista. Pode ocorrer de entrar quatro funcionários às 06h00min, quatro às 06h30min, oito às 07h00min, e assim por diante, conforme ilustra a Figura 1.

Para não comprometer o atendimento à 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.

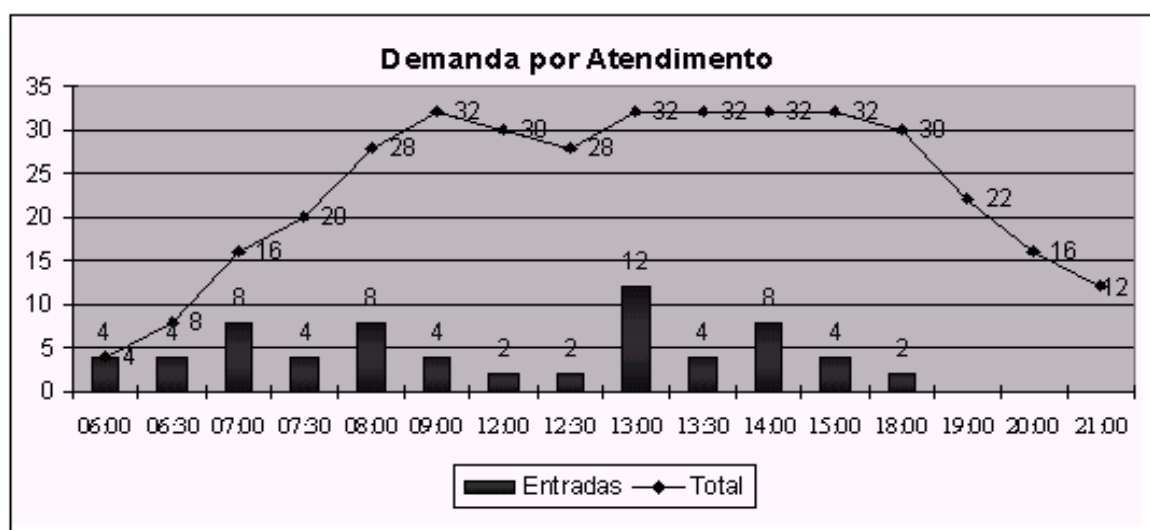


Figura 1: Exemplo de suprimento da demanda com entrada de funcionários em horários diversificados.

4.2 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 tem por objetivo cobrir a demanda em dias úteis e em finais de semana. Como em finais de semana normais a demanda é menor, essa escala faz a seguinte divisão das tarefas: Todo atendente trabalha um fim de semana a cada quatro semanas, sábado e domingo, compensando em um dia antes e em um dia depois do fim de semana os dias trabalhados. Deve haver quatro dias de trabalho entre cada folga. Atualmente, apenas teleatendentes concursados participam dessa escala.

Na escala supramencionada, os teleatendentes que trabalham em determinado final de semana são divididos em dois grupos: Um grupo folga na quinta-feira anterior e na terça-feira posterior, e outro grupo folga na sexta-feira anterior e na quarta-feira posterior. Esse controle evita que o funcionário trabalhe mais de cinco dias sem folga.

Existem ainda casos em que o teleatendente, no lugar de um sábado e um domingo seguidos, 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. Esses 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 da empresa terceirizada participam dessa 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 dessa escala, o que a torna de simples elaboração, visto que monitores representam apenas a décima parte dos funcionários que devem ser escalonados.

Pertencendo à Escala 6x1, o teleatendente 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. Essa escala deixou de ser aplicada no mês de agosto de 2005.

4.3 Vínculos entre escalas

Existem vínculos entre as escalas e outros dados do sistema que devem ser verificados antes de qualquer atribuição. Esses 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 teleatendentes na semana, que não estudam à noite, para sobreaviso das 20h à 0h. Dos que não forem escalados para a semana, selecionam-se dez para ficar de sobreaviso cada final de semana, sendo o período aos sábados entre 13h e 23h e aos domingos entre 8h e 23h. Deve ocorrer distribuição uniforme dos teleatendentes na escala de sobreaviso, evitando assim, sobrecarregar alguma pessoa.

Além dessas restrições necessárias, existem outras que visam satisfazer às 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.

5 Revisão bibliográfica

A metodologia empregada para a realização deste trabalho consiste em revisar trabalhos publicados na literatura que tratem de problemas de escalonamentos semelhantes ao proposto para, a partir desses estudos, elaborar o modelo para a resolução do problema.

Os materiais que fornecem suporte para concretização deste trabalho são artigos, dissertações, teses e livros da área.

Foram pesquisadas na literatura maneiras de utilizar programação matemática nas ferramentas de desenvolvimento e linguagens de programação disponíveis.

Fourer e Kernighan [1] expõem que programação matemática envolve mais do que aplicar um algoritmo

para minimizar ou maximizar uma função objetiva. Antes de qualquer rotina de otimização ser invocada é preciso que ocorra a modelagem do problema.

Vários pesquisadores vêm se dedicando ao desenvolvimento de modelos capazes de gerar escalas de trabalho que satisfaçam às restrições impostas e que possuam o menor custo possível.

Dentro desse contexto têm surgido muitos problemas de otimização, que embora compartilhem de alguns aspectos, muitas vezes são distintos em sua essência. 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 [2], Escalonamento de Enfermeiras Usando Programação Matemática [3], Escalonamento Baseado em Preferência [4] [5], Métodos Heurísticos para Operador de Telefone [6] e Utilização de Meta-heurística na Programação de Escala de Pessoal em Empresas de Transporte Coletivo [7].

Embora existam muitas vertentes e problemas relacionados, este trabalho foca o problema de alocação de teleatendentes 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. Dessa forma, este trabalho diferencia-se dos demais disponíveis na literatura.

Verificou-se na literatura métodos propostos para avaliar a necessidade de mão-de-obra. Os modelos Queueing [8] e os modelos de simulação [9] [10] podem ser usados para obter o número adequado de teleatendentes para cada intervalo de tempo. Entretanto, não é esse o foco deste trabalho, pois essa distribuição por horário será um dos dados de entrada do modelo. O modelo "enfileirar-se" (Queueing) de Erlang-C é o preferido para a maioria das aplicações de centrais de teleatendimento. Os modelos Queueing são elegantes e podem oferecer resultados analíticos, mas, em geral, muitas simplificações do mundo real necessitam ser feitas. Os modelos de simulação suportam muitos fatores práticos, porém podem gerar soluções muito caras computacionalmente. Às vezes, os modelos Queueing 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 [11]. Uma revisão mais recente é fornecida no relatório técnico intitulado Call centers [12].

Outro trabalho específico para centrais de atendimento telefônico estudado concentra-se em casos da Central de Inquéritos de Hong Kong [4].

6 Modelo matemático

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 [13], os problemas de designação ocorrem quando é necessário distribuir uma determinada quantidade de itens em uma quantidade igual de localizações.

Por isso, em situações em que haja mais funcionários do que tarefas, devem ser criadas tarefas fictícias cujo custo para execução seja igual a zero, de tal forma que exista sempre a igualdade entre números de funcionários e tarefas.

Caso o número de tarefas seja maior que o número de funcionários, devem ser criados funcionários fictícios cujo custo de 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 responsável pela otimização.

O algoritmo de escalonamento deve apresentar uma solução que, suprimindo as necessidades da empresa, melhor atenda às preferências e necessidades dos teleatendentes, ou seja, atribua ao funcionário a tarefa que tiver menor custo. O custo é definido de acordo com a satisfação do teleatendente 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 a expressão:

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

sujeita a:

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

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

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

Tendo o número de funcionários e a quantidade de tarefas representadas por n , e o custo de associar o funcionário i à tarefa j representado por c_{ij} .

Caso seja identificada a existência de mais funcionários do que tarefas, ou vice-versa, devem ser criados funcionários ou tarefas fictícias, para assegurar a característica quadrática da matriz.

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

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

Tabela 2: Resultado do escalonamento com a matriz da Tabela 1.

	ANA	BRUNO	CARLA	DUDA	ELEN	FABIO	GABI	HUGO	INES
Horario Ideal	16:00	15:00	06:00	12:00	07:00	14:00	06:30	08:00	18:00

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

7 Algoritmo

O algoritmo que resolve o problema de escalonamento recebe, como entrada, uma matriz quadrada, onde as colunas representam teleatendentes e as linhas representam as tarefas. Uma tarefa, nesse 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 à tarefa j . Por se tratar de um problema de minimização, o custo é inverso à preferência, e poderia ser representado por:

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

Entretanto, essa representação permite que um funcionário seja mais beneficiado do que outro em grande escala. Visando equiparar as atribuições, reduzindo esse contraste, optou-se pela representação:

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

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 na Tabela 2.

Percebe-se que, quanto maior a quantidade de teleatendentes a escalonar, mais complexa se torna a rotina.

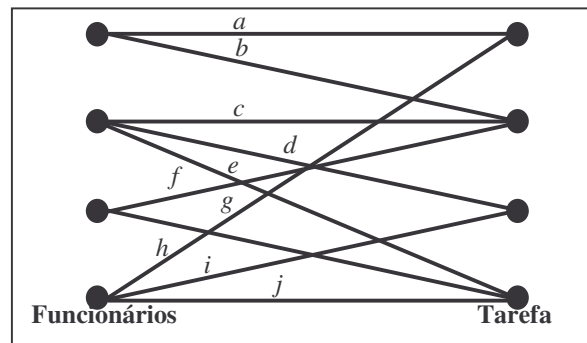


Figura 2: Problema de designação representado por um grafo, com custos definidos para cada aresta.

Visando distribuir os funcionários com direito a férias, de forma a não sobrecarregar um horário, será aplicado o algoritmo primeiramente a esses teleatendentes. As tarefas e os funcionários que não forem considerados serão combinados em etapa posterior.

O método aplicado para resolver esse problema baseia-se no algoritmo húngaro, proposto por Kuhn em 1955 [14].

O algoritmo trabalha com uma submatriz (X,Y) de valores, onde cada linha corresponde a um funcionário i e cada coluna 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 contenham 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.

7.1 Fases do algoritmo

Na primeira fase do algoritmo, ocorrem os seguintes passos:

1. subtrair de todos os elementos de cada linha o mínimo possível da linha;
2. se ao menos um zero foi obtido em cada coluna, direciona-se para o item 4; se obtiver exatamente um zero em cada coluna, essa é a solução ótima;
3. subtrair de todos os elementos de cada coluna sem zeros o mínimo da coluna, e retornar para o item 2;
4. marcar um zero na primeira linha (fazendo assim uma alocação) e inabilitar a linha e a coluna desse zero; repete para as demais linhas, até que não haja mais zeros disponíveis; e
5. caso obtiver um acoplamento perfeito, tem-se a solução ótima; caso contrário, é iniciada a segunda fase.

A segunda fase do algoritmo determina uma cobertura de vértices para os zeros e procura obter ao menos um zero dentre os elementos não cobertos, conforme etapas enumeradas a seguir:

1. marcar as linhas que não receberam alocações na etapa 4 da primeira fase;
2. marcar as colunas não marcadas que possuem zeros em linhas marcadas;
3. marcar as linhas não marcadas que receberam alocações em colunas marcadas;
4. repete as etapas 2 e 3 até que não ocorram novas marcações;
5. riscar todas as linhas não marcadas e todas as colunas marcadas;
6. subtrair de todos os elementos não riscados o menor deles e somá-lo aos elementos que tiverem sido riscados duas vezes (em linha e coluna); e
7. voltar à etapa 4 da primeira fase.

7.2 Considerações sobre o algoritmo

Uma linha não marcada é riscada, cobrindo-se assim, com um vértice de X, zeros não utilizados. Uma coluna marcada tem todos os seus zeros cobertos (por vértices de Y). Logo, o processo gera uma cobertura de vértices para todas as arestas zeradas.

Cada linha não marcada tem uma alocação em uma coluna não marcada, a qual será coberta por um vértice de X. Os zeros em linhas marcadas têm suas colunas marcadas (logo, riscadas; logo, cobertas por vértices de Y). Portanto, cada alocação é coberta por um só vértice, de X ou de Y.

A etapa 6 gera ao menos um novo zero. Ela equivale, de fato, a subtrair o menor elemento não riscado de toda a matriz e voltar a somá-lo a cada linha e cada coluna riscada.

A etapa 7 remete à criação de um novo acoplamento. Se a segunda fase resultar em um número de linhas maior do que o número de alocações obtidas, deve existir um acoplamento de maior cardinalidade que o já construído. O custo da solução corresponde à soma dos valores subtraídos de todas as matrizes.

O algoritmo pode ser usado mesmo quando a cardinalidade de X e Y forem diferentes. Para isso, completa-se com vértices fictícios o conjunto de menor cardinalidade, criando-se arestas com custos nulos unindo esses vértices aos do outro conjunto. Nesse caso, não existe um acoplamento perfeito para o grafo original, onde pelo menos um vértice não participará do acoplamento a ser obtido.

7.3 Definição dos parâmetros

A atribuição de custos à matriz de entrada do algoritmo é dada por conhecimento empírico. A ferramenta de escalonamento possibilita ao usuário configurar esses valores.

Na escala de trabalho, que indica os horários de início de turno, os valores atribuídos à 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 à 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 atribuídos três valores, dependendo da compatibilidade com suas atividades escolares. Na ferramenta de geração de escalas, esses 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 desses 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.

No caso da escala de sobreaviso, os valores atribuídos à 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.

8 Ferramenta

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

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

Na tela de cadastro de teleatendentes podem ser informados, além de dados cadastrais, dois horários preferidos para cada funcionário. Esses 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.

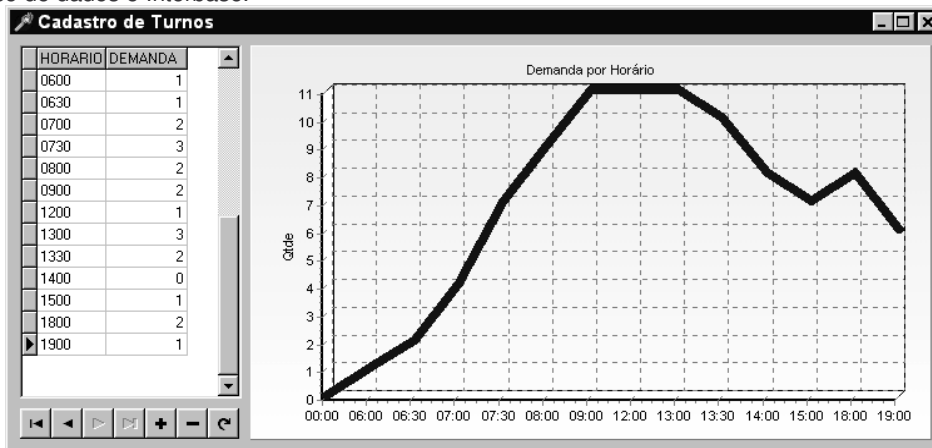


Figura 3: Tela de cadastro de demanda exigida por cada turno.

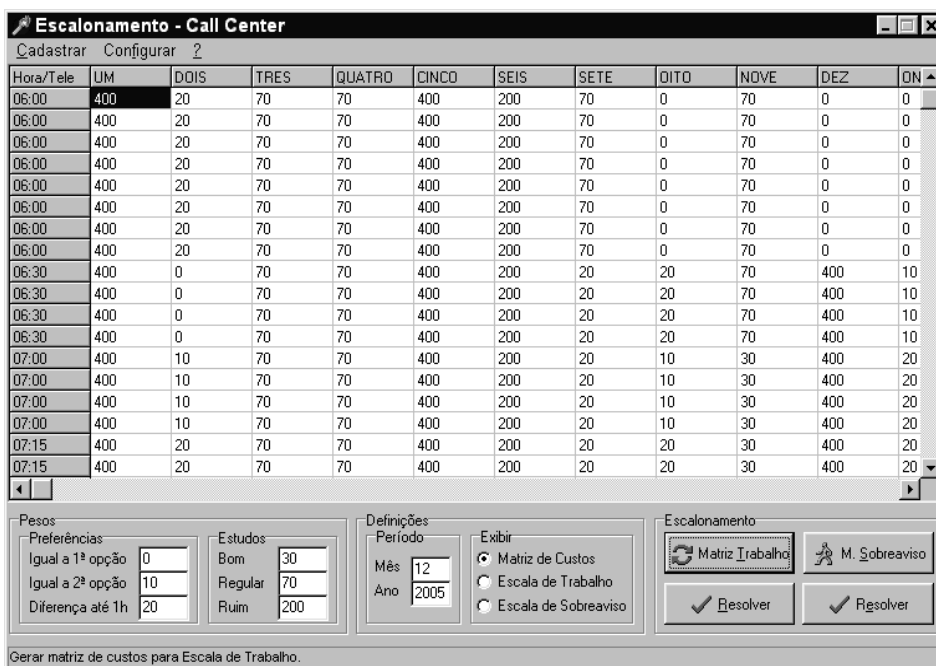


Figura 4: Tela principal da ferramenta.

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.

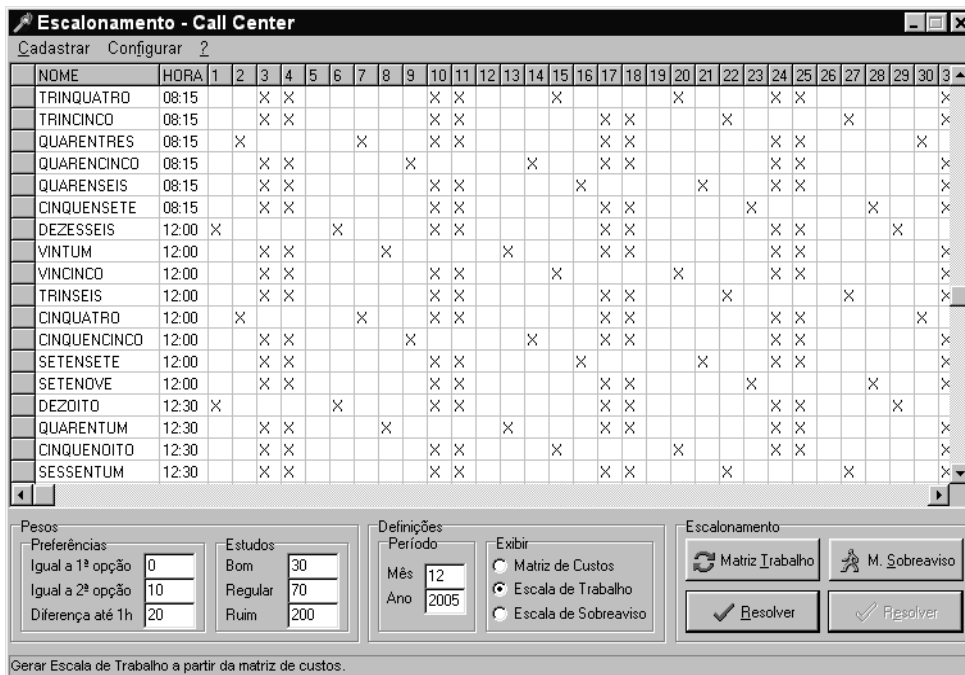


Figura 5: Tela principal exibindo a escala de trabalho.

9 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. Esses 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 essas informações, constam dois horários favoritos pelos teleatendentes. Essa pesquisa de preferência foi realizada em fevereiro de 2005, e foi a única do ano citado.

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

9.1 Atribuições obtidas

A tabela a seguir 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 teleatendentes 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 teleatendente. A sétima coluna contém as designações feitas pelo Alestel com base nos dados de entrada. A oitava coluna, semelhante à sétima, mostra a menor diferença entre o horário designado pelo Alestel e os horários preferidos pelos teleatendentes. Os funcionários que tiveram suas preferências atendidas pelos dois métodos foram omitidos dessa lista.

Tabela 3: Atribuições realizadas manualmente e realizadas pelo Alestel.

Dados de Entrada				Resultado Manual		Resultado do Alestel	
Registro (fictício)	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	00:45
40705	17:30	18:00	-	13:30	-04:00	17:30	00:00
40706	13:00	13:30	Matutino	14:15	00:45	13:30	00:00
40712	07:00	07:30	Noturno	06:30	-00:30	07:00	00:00
40713	13:00	13:30	Noturno	14:00	00:30	14:15	00:45
40715	06:00	13:00	Noturno	13:00	00:00	14:00	01:00
40717	07:00	07:30	Noturno	07:15	00:15	08:15	00:45
40719	12:45	13:00	-	13:00	00:00	14:00	01:00
40721	12:00	-	-	14:15	02:15	12:00	00:00
40725	12:00	12:45	Noturno	12:30	-00:15	12:00	00:00
40728	07:00	07:30	Noturno	07:00	00:00	08:15	00:45
40730	07:00	12:45	Noturno	07:00	00:00	13:30	00:45
40731	12:45	13:00	-	17:30	04:30	14:00	01:00
40732	07:00	07:30	Noturno	07:15	00:15	07:00	00:00
40734	07:30	08:00	Noturno	12:30	04:30	08:15	00:15
40735	07:30	08:00	Noturno	08:00	00:00	08:15	00:15
40737	06:00	07:00	Noturno	06:00	00:00	07:15	00:15
40738	06:00	07:00	Noturno	07:00	00:00	07:15	00:15
40741	08:00	12:30	-	14:00	01:30	08:00	00:00
40742	06:00	07:00	Noturno	07:30	00:30	07:15	00:15
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

9.2 Comparação entre as atribuições

As principais diferenças entre os resultados obtidos pelos processos distintos são exibidas na Tabela 4.

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

	Designação realizada manualmente	Designação realizada pelo Alestel
Maior diferença percebida entre horário preferido pelo funcionário e as atribuições realizadas	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 também uma equiparação das diferenças entre os horários preferidos pelos funcionários e os atribuídos, evitando que um teleatendente seja mais beneficiado do que outro em grandes proporções. Esse nivelamento pode ser observado comparando os gráficos da Figura 6 e da Figura 7.

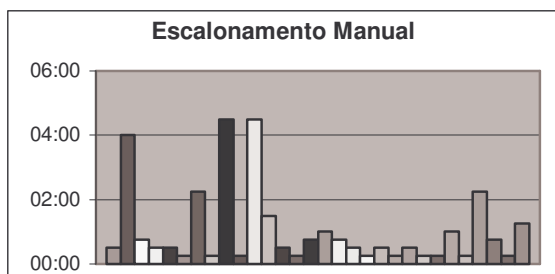


Figura 6: Diferença entre os horários preferidos pelos teleatendentes e os designados manualmente.

Cada coluna dos gráficos refere-se a um teleatendente cujo horário designado não foi nenhum dos apontados por ele 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.

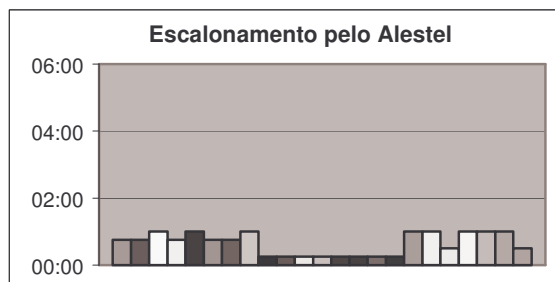


Figura 7: Diferença entre os horários preferidos pelos teleatendentes e os designados pelo Alestel

10 Considerações finais

A pesquisa de preferências de horários realizada entre os teleatendentes da referida central não ocorre todos os meses. Evidentemente, o custo para elaborar as escalas mensalmente de forma manual seria muito elevado se houvesse variação dessas preferências. Quando o escalonamento é feito pelo Alestel, essa variação de preferência não interfere no custo, nem no desempenho da ferramenta.

Comumente, teleatendentes propõem mudanças na escala. Isso ocorre, geralmente, quando um teleatendente 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. Dessa forma, a cada troca, ocorre uma redução do desnível visualizado na Figura 6.

Entretanto, esse 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.

11 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 de 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 teleatendentes pode variar muito.

Observou-se que o processo de elaboração de escalas de trabalho está 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 da Pesquisa Operacional na resolução deste tipo de problema.

Entre os benefícios verificados no uso da 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 teleatendente seja mais beneficiado do que outro em grandes proporções. Com uso da ferramenta desenvolvida neste trabalho, nenhum funcionário teria sido escalado para horário com mais de uma hora de diferença do horário por ele escolhido.

Esses fatores interferem diretamente na satisfação do teleatendente, e indiretamente na qualidade do serviço prestado pela empresa. Isso reflete a importância do presente trabalho para centrais de atendimento telefônico.

12 Agradecimentos

A Deus, autor da vida, pelo privilégio de concluir este trabalho.

Ao gerente da Área de Atendimento da Copel em Maringá, Sr. Devair Gongora, e a coordenadora da Equipe de Atendimento Telefônico da Copel em Maringá, Sra. Esmeralda Conceição de Paula, pelo apoio ao desenvolvimento da ferramenta proposta.

Ao Roberto Kenji e ao Maurício Pasquini, da Equipe de Apoio e Controle, pelas informações fornecidas a respeito do processo de escalonamento nas centrais de atendimento telefônico.

Aos amigos que trabalham na Área de Atendimento da Regional Noroeste, pelo incentivo e companheirismo.

13 Referências bibliográficas

- [1] FOURER, R.; GAY, D. M.; KERNIGHAN, B. W. *A Mathematical Programming Language*, **Management Science**, p. 519-554, 1990.
- [2] BAKER, K. R. Workforce Allocation in Cyclical Scheduling Problems: A Survey. Pergamon Press, v. 27, p. 155-167, 1997.
- [3] MILLER, H. E.; PIERSKALLA, W. P.; RATH, G. J. Nurse Scheduling Using Mathematical Programming. **Operations Research**, v. 24, n. 5, p. 857-870, 1976.
- [4] LAU, Hoong Chuin. Preference-Based Scheduling Via Constraint Satisfaction. Conf. On Optimization: Techniques and Applications, World Scientific, 1992.
- [5] WARNER, D. Michael. Scheduling Nursing Personnel According to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach. **Operations Research**, v. 24, n. 5, pp. 842-855, 1976.
- [6] HENDERSON, Willie B.; BERRY, William L. Heuristic Methods for Telephone Operator Shift Scheduling: An Experimental Analysis, **Management Science**, v. 22, n. 12, p. 1372-1380, 1976.
- [7] GOMES, Heider Augusto da Silva; BARROS Neto, Júlio Francisco. Utilização de Metaheurística na Programação de Escala de Pessoal em Empresas de Transporte Coletivo de Ônibus, In: XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO) Natal-RN, p. 894-905, 2003.
- [8] BUFFA, E.; COSGROVE, M.; LUCE, B. An integrated work shift scheduling system, **Decision Sciences**, p. 620-630, 1976.
- [9] BRIGANDI A. et al. AT&T's call processing simulator (CAPS) operation design for inbound call centers, **Interfaces**, p. 6-28, 1994.
- [10] HENDERSON, S. et al. A heuristic for determining efficient staffing requirements for call centres, Technical Report, Department of Engineering Science, University of Auckland, 1999.
- [11] MEHROTRA V., Ringing up big business, *OR/MS Today*, 1997.
- [12] GROSSMAN, T. et al. Call centers, Technical Report, Haskayne School of Business, University of Calgary, 1999.
- [13] MIRSHAWKA, Vitor. **Pesquisa Operacional**, v. 1, 2ª Ed., São Paulo: Nobel, p. 93-99, 1981.
- [14] KUHN, H. W. The Hungarian method for the assignment problem. **Naval Research Logistics**, p. 7-21, 2005.