



ISSN 2175-6295 Rio de Janeiro- Brasil, 12 e 13 de agosto de 2010

## **DESIGNAÇÃO DE SERVIÇOS EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Neida Maria Patias Volpi**

Engenharia de Produção - UFPR

Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP:81531-980, Curitiba- PR

[neida@ufpr.br](mailto:neida@ufpr.br)

**Volmir Eugênio Wielhm**

Engenharia de Produção - UFPR

Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP:81531-980, Curitiba- PR

[volmirw@gmail.com](mailto:volmirw@gmail.com)

**Ricardo Carnieri**

LACTEC/CIETEP

Av. Comendador Franco, 1341, Jardim Botânico, CEP: 80215-090, Curitiba- PR

[ricardo.carnieri@lactec.org.br](mailto:ricardo.carnieri@lactec.org.br)

**Vóldi Costa Zambenedetti**

LACTEC/CIETEP

Av. Comendador Franco, 1341, Jardim Botânico, CEP: 80215-090, Curitiba- PR

[voldi@lactec.org.br](mailto:voldi@lactec.org.br)

**João Henrique Gross**

COPEL

Rua Coronel Dulcídio, 800 – Batel – CEP 80420-170 – Curitiba - PR

[joão.gross@copel.com](mailto:joão.gross@copel.com)

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para os operadores de Centros de Operações de Distribuição de Energia Elétrica referente à expedição ou despacho de serviços comerciais e emergenciais às equipes disponíveis. O objetivo é otimizar o uso das equipes, distribuindo-as nas regiões atendidas pela concessionária, de acordo com a demanda de serviços e outros fatores relevantes. A escolha do serviço à equipe utilizou o algoritmo Munkres considerando critérios estratégicos, entre outros itens, o número de consumidores afetados em cada serviço, a distância de cada equipe ao serviço na espera, a menor distância a ser percorrida. Os resultados mostram os benefícios para os consumidores, reduzindo o deslocamento de equipes e atendimento com atrasos menores e menor custo do serviço para a empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Operação de expedição, rede de distribuição, Pesquisa Operacional em energia elétrica.

#### **ABSTRACT**

This paper presents the development of a system as a tool to support decision making for operators of Operations Centers of Distribution of electric energy distribution referent to the dispatch of emergency and commercial services to the teams in attendance. The goal is to optimize the use of available teams, distributing them in the regions attended by the concessionaire, according to the demand of services and other relevant factors. The choice of service and prioritized team was chosen with the help of the Munkres algorithm by considering strategic criteria, among other items, the number of consumers affected in each service, distance of each team in field work, the minor distance to be traveled. The results show benefits for consumers, reducing the displacement of the teams and the attendance with minor delays and lower cost of service for the company.

**KEYWORDS:** operation dispatch, distribution network, Operational Research in Electric Energy.

### **1. Descrição do problema**

Dentre as principais atividades de uma área de distribuição de energia elétrica encontra-se o atendimento às solicitações de serviços emergenciais e comerciais. As maiores dificuldades para distribuir os serviços às equipes de atendimento ocorrem em períodos atípicos (geralmente quando ocorrem intempéries)

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema como ferramenta de apoio à tomada de decisão aos operadores dos Centros de Operações da Distribuição (COD's) de uma empresa de distribuição de energia elétrica. Esta ferramenta auxiliará os tomadores de decisões quanto ao despacho dos serviços para as equipes de atendimentos sendo de grande valia em períodos atípicos. O sistema proposto utiliza informações de bancos de dados que controlam as solicitações de serviços tais como, tipo de serviço solicitado, identificação do cliente que permite a localização geográfica do mesmo como também dados das equipes em serviço no campo. O sistema acessa os dados e indica qual o serviço a ser despachado em cada momento que uma equipe estiver disponível.

A escolha do serviço e da equipe é feita em função de critérios de prioridade para os serviços e da equipe em função de sua localização geográfica.

O despacho do serviço ao executor (equipe de eletricitas de plantão) poderá ser feito pelo despachante ou automaticamente via *software*, não necessitando de intervenção humana, através de comunicação direta via rádio, ou através de equipamento de computação móvel, quando disponível nos veículos. Concluído o serviço, o eletricitista repassa, ao banco de dados, informações a respeito da execução do serviço.

A escolha do serviço e da equipe escolhida foi feita com o auxílio de algoritmos especializados; estes algoritmos, por sua vez utilizam critérios estratégicos considerando, entre outros, a quantidade de consumidores em cada serviço, distância de cada equipe em trabalho no campo, menor distância a ser percorrida e o não comprometimento dos índices de continuidade do consumidor, o que resulta em benefícios para os consumidores e menor custo do serviço para a empresa.

Embora focado fortemente na priorização dos serviços de restauração de energia, podem ser priorizados, também, serviços de outras áreas, tais como solicitações de

serviços comerciais ou de manutenção da rede, por equipes que não estejam envolvidas nos serviços de restauração de energia a consumidores.

Desta forma, o objetivo do sistema é otimizar a utilização de equipes disponíveis, distribuindo-as nas regiões a serem atendidas pela concessionária, de acordo com a demanda de serviços e demais fatores relevantes. Tal otimização visa reduzir os deslocamentos e os custos associados, gerando aumento da produtividade.

## 2. Trabalhos Correlatos

Alguns trabalhos correlatos ao tema desenvolvido foram pesquisados, dentre os quais se destacam os seguintes: Bernardi *et al.* (2004) desenvolveram um sistema para o atendimento telefônico visando coletar no menor tempo a maioria dos pontos sem energia para a melhoria dos tempos de atendimento aos clientes que desejam registrar sua reclamação de falta de energia. Algumas concessionárias possuem seu sistema de *call center* otimizado, sendo que estas informações passam a ser priorizadas e os serviços distribuídos aos carros de atendimento de restauração de energia, de forma automática visando a qualidade na restauração sem violação dos índices de qualidade legais definidos para os consumidores.

Amorim *et al.* (2003), apresentam um modelo que funciona como instrumento estratégico para a tomada de decisões com o objetivo de atender as necessidades de seus consumidores e do órgão regulador prevenindo a ocorrência de penalidades que sejam desfavoráveis à uma concessionária como, por exemplo, notificações, advertências e autos de infração. Foi então desenvolvido um sistema integrado de gestão e suporte ao atendimento de solicitações dos consumidores (Siacon) para ajudar a aprimorar os métodos adotados pelas concessionárias, modernizando o processo de gestão das solicitações, acarretando na redução das reclamações advindas dos consumidores e no pronto atendimento às exigências do órgão regulador.

Em Cerqueira (2002) é descrita a implantação de um sistema de transmissão de dados, com rastreamento da frota, via satélite, em uma central de operação de uma concessionária. É relatado que tal implantação acarretou no aumento da produtividade, através da eliminação do comando de voz, na facilidade no recebimento e no envio das ordens de serviço, no melhor rendimento das turmas de campo, na diminuição do *tma* (tempo médio de atendimento), redução: nos DEC; de custos com veículos; de telefonemas indevidos; da insatisfação dos clientes; das zonas de sombra (regiões sem alcance), da diminuição de ruídos na central de operação, dentre outros. Foram criados 12 macros, sendo quatro de envios (da central para as equipes) e oito de retorno. As macros de envio são com relação a: distribuição de serviço; mensagem livre; despacho item manobra; e verificação item manobra. Já as macros de retorno são com relação a: início de turno; aceite de serviço; confirma a ocorrência; encerramento da ocorrência; mensagem livre; fim de turno; encerramento item manobra e verificação da chave.

Fraulob *et al.* (2005) apresentam um sistema eficiente de despacho móvel de ordem de serviços utilizando rádio vhf para uma concessionária. O sistema proposto possui baixas taxas de comunicação em função da largura da banda disponível e do baixo nível de relação sinal/ruído. Pelo fato do sistema apresentar topologias de comunicações móveis, com coordenadas geográficas variando no decorrer da transmissão/recepção, foi necessária a implementação de técnicas de refinamento, correção, recuperação e recomposição dos dados recebidos. Para tanto, foi elaborado um sistema especialista com técnicas clássicas de processamento de erros em tráfego de dados nas condições críticas de operação e algoritmos de gerenciamento de rotas de colisão.

Rapini Neto *et al.*(2003) apresentam o sistema de gestão de serviços para uma empresa. Tal sistema possibilita enviar automaticamente as ordens de serviços diretamente às equipes operacionais, utilizando como regra para o despacho a priorização dos serviços e a localização das equipes. Os dados são transmitidos às viaturas através de sistema de comunicação utilizando como interface *hardware* e *software* desenhado especialmente para a aplicação, que elimina a necessidade de atualizações manuais dessas ordens. Isto possibilita gestão *online* das ordens de serviços, mantendo o *call center* informado em tempo real sobre o status dos serviços, acarretando aumento na produtividade dos eletricitistas devido a redução dos deslocamentos e a otimização dos despachos.

Já Torres *et al.*(2003) apresentam uma metodologia de análise automática com o objetivo de definir um conjunto de rotinas de buscas inteligentes de forma a determinar a melhor viatura e o melhor caminho que esta deve executar para alcançar certo ponto de defeito em uma rede de distribuição de energia elétrica. Com a otimização dos deslocamentos dessas viaturas, obter-se-á a minimização do tempo de restauração (tempo de deslocamento + tempo de reparo) do sistema de distribuição. Para definir o referido melhor caminho é levado em consideração aspectos como: tráfego, horários de pico e engarrafamentos, dentre outros. Para alcançar os objetivos propostos, os autores desenvolveram dois pacotes computacionais: programa de desenvolvimento e programa operacional. As técnicas de inteligência artificial embutidas nos pacotes foram: sistema especialista difuso e algoritmos genéticos; já as bases de dados utilizadas foram: das chaves do sistema da companhia e do sistema viário de Brasília.

Nos trabalhos anteriormente citados, se observa uma preocupação com a definição da equipe mais adequada para assumir o serviço, visando melhorias na qualidade do atendimento. Neste trabalho, os objetivos são análogos e foram especializados para uma concessionária do Paraná.

### 3. Metodologia

O sistema proposto opera do seguinte modo:

- As listas de serviços em espera (as ocorrências ainda não atendidas), contem informações (tais como: região onde ocorreu a ocorrência, habilitação das equipes quanto aos equipamentos disponíveis para cumprir os serviços pendentes, coordenadas geográficas dos serviços, metas de tempo, número de clientes afetados, histórico de DIC/FIC, horários pré-agendados pelo cliente) registradas *online* num banco de dados.
- Quando uma equipe conclui um serviço, o sistema faz a designação de serviços pendentes às equipes (tanto para as ocupadas como para as desocupadas).
- Se um serviço foi designado para uma equipe desocupada, este será despachado para mesma.
- Caso a designação de um serviço tenha sido feita a uma equipe que está ocupada na execução de outro serviço, esse serviço não será despachado para a equipe. Neste caso o serviço será reintegrado à lista de espera.
- Ao gerar a designação, o sistema levará em conta critérios estabelecido previamente: a separação dos serviços por região ou não; tipo do serviço e tipo da equipe para aquele atendimento; caminho otimizado a ser percorrido (baseado em informações georeferenciadas), dentre outros. Na fase de gerar o *ranking*, também serão consideradas diferentes variáveis, tais como distâncias, horas extras, início e

término do turno de serviço das equipes, habilitação das equipes conforme equipamentos disponíveis no veículo utilizado.

### 3.1 A designação dos serviços às equipes

Após conhecimento da listagem de serviços e das equipes é gerada uma matriz de custos que é utilizada para designar os serviços. Esta matriz é atualizada constantemente conforme os serviços forem registrados e as equipes executarem serviços pendentes. O número de equipes disponíveis no momento de proceder a designação, no geral é significativamente inferior ao número de serviços em espera.

Os dados necessários dos serviços registrados são: instante do registro, tipo de serviço (comercial ou residencial), meta, número de clientes afetados pela indisponibilidade do serviço (resgatado de um banco de informações associado à facilidade indisponível; por exemplo, um transformador afeta aproximadamente 1440 pessoas) e coordenadas geográficas do local do serviço.

Seja uma matriz disposta na forma (Equipes Disponíveis ( $m$ ) versus Serviços Registrados( $n$ )) como na figura 1, onde  $m \ll n$ . A informação  $f_{ij}$  representa o custo da designação do serviço  $j$  à equipe  $i$ .

Despacho	Serviço 1	Serviço 2	Serviço 3	.....	Serviço $n$
Equipe 1	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$		$f_{1n}$
Equipe 2	$f_{21}$	$f_{22}$	$f_{23}$		$f_{2n}$
Equipe 3	$f_{31}$	$f_{32}$	$f_{33}$		$f_{3n}$
.....	.....	.....	.....	.....	.....
Equipe $m$	$f_{m1}$	$f_{m2}$	$f_{m3}$		$f_{mn}$

**Figura 1.** Matriz de designação Equipes x Serviços

Entende-se por equipes disponíveis, as equipes ocupadas ou desocupadas no momento de gerar a designação. A função custo  $f$ , utilizada para a tomada de decisão, depende dos seguintes fatores: número de consumidores afetados, tempo de deslocamento da equipe da posição atual até o local do serviço, penalidades relacionadas à ANEEL, tempo disponível para executar o serviço sem que a meta seja ultrapassada, e gravidade do serviço.

Para gerar a designação, neste trabalho foram considerados a distância (dada em minutos, que é o tempo necessário para percorrer a distância entre a localização atual da equipe e o serviço), o número de consumidores afetados e o tempo restante para não comprometer a meta. A função custo é dada pelas fórmulas (1) e (2).

$$f(d, n, m) = w_d \cdot f_1 + w_n \cdot f_2 + w_m \cdot f_3 \quad (1)$$

$$f(d, n, m) = w_d (1 - e^{-d \cdot k_d}) + w_n (e^{-(n-1) \cdot k_n}) + w_m \left( \frac{1}{1 + e^{-m \cdot k_m}} \right) \quad (2)$$

- $w_d$ : peso associado a função distância(tempo)  $f_1$ ;
- $w_n$ : peso associado a função número de clientes não atendidos  $f_2$ ;
- $w_m$ : peso da função folga da meta  $f_3$ ;

- $d$ : tempo que a equipe considerada leva para chegar ao local do serviço após o término do serviço que está realizando;
- $n$ : número de consumidores afetados pela interrupção,  $n \geq 1$ ;
- $m$ : folga da meta ou tempo que ainda se tem para atendimento do serviço sem que a meta seja atingida;
- $k_d, k_n, k_m$ : parâmetros para ajustar as curvas exponenciais

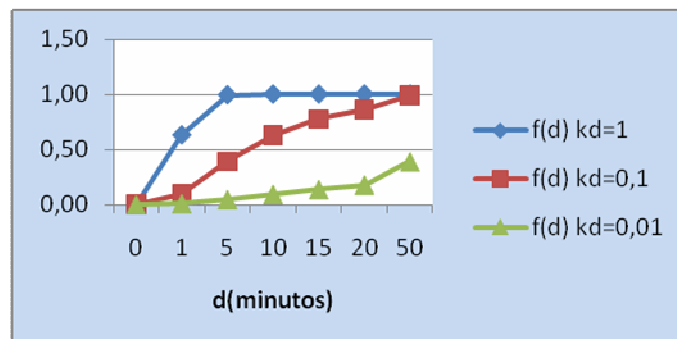
Os pesos  $w_i$  priorizam as diferentes componentes da função  $f$ . Considera-se que  $w_d + w_n + w_m = 1$  sendo que  $w_d \geq 0$ ,  $w_n \geq 0$  e  $w_m \geq 0$ . Cada parcela pode ser representada através de unidades monetárias para que a decisão de escolha dos serviços priorizados ocorra em função do prejuízo financeiro causado à concessionária. Neste caso novos parâmetros devem ser ajustados à função.

As funções exponenciais interferem nas escolhas de forma que, com a variação do tempo, a escolha de um determinado serviço passa a ser prioritária. As figuras 2, 3 e 4 representam estas funções. Nestas figuras, observa-se que os parâmetros  $k_d, k_n, k_m$  influenciam os valores parciais de custos e devem ser ajustados em função da política de decisão tomada pela empresa. A escolha destes parâmetros é experimental.

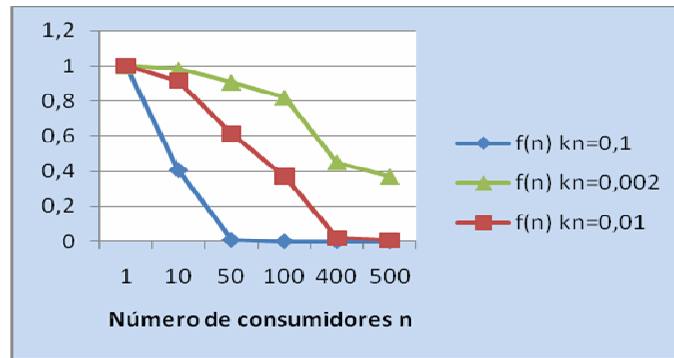
Na composição dos custos, a função para menor  $k_d$ ,  $f_1$  prioriza serviços mais próximos das equipes em relação ao tempo (Figura 2); a função  $f_2$  prioriza serviços quando um maior número de consumidores é afetado (Figura 3); a função  $f_3$  prioriza serviços com meta de atendimento escassa (se houver bastante tempo para atender o serviço, o valor da função fica próximo de 1). As metas variam entre 0h para casos emergenciais e 720h para casos onde se tem um mês para o serviço ser realizado.

Neste trabalho foram utilizados dois parâmetros para indicar a qualidade dos despachos feitos. Estes parâmetros são: o deslocamento médio das equipes e o maior desvio da meta (o desvio é a diferença entre o instante do vencimento da meta e o instante da execução do serviço).

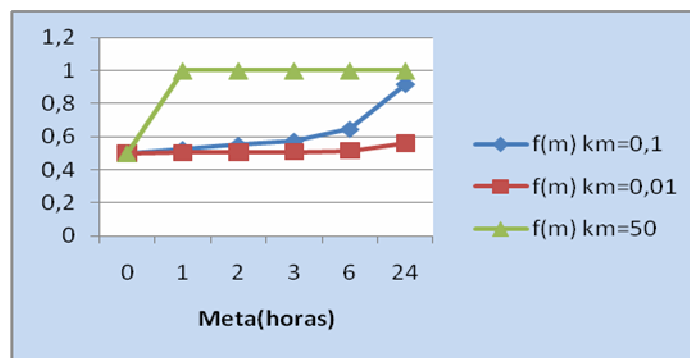
No sistema, ao gerar uma designação, considera-se também as equipes ocupadas, e deste modo a partir do momento que a designação é feita, ela de fato será efetivada (despachada para a equipe) se a equipe estiver livre. Se o algoritmo designar um serviço para uma equipe ocupada, este serviço não será despachado, permanecendo na lista de serviços não executados. Qualquer serviço despachado (isto é, uma equipe assume o serviço) é excluído da lista de serviços pendentes.



**Figura 2.** Funções de custo de distância  $f(d)$  versus parâmetro  $k_d$



**Figura 3.** Funções de custo de consumidores  $f(n)$  versus parâmetro  $k_n$



**Figura 4.** Funções de custo de meta  $f(m)$  versus parâmetro  $k_m$

As equipes ocupadas são mantidas no processo de designação para evitar a designação de um serviço para uma equipe muito distante do serviço. Se uma equipe está ocupada (mas que em breve estará disponível), porém próxima de um serviço pendente, o sistema o designará para esta equipe, mesmo ocupada, evitando que outra equipe distante assumira o mesmo.

### 3.2 O algoritmo de Munkres

O algoritmo de designação utilizado para o despacho foi baseado no Método de Munkres que apresenta uma metodologia para trabalhar com matrizes retangulares. Este procedimento requer menos espaço de memória do que a alternativa apresentada no Método Húngaro onde linhas ou colunas de zeros são acrescentadas para se obter uma matriz quadrada.

O algoritmo pode ser resumido nas seguintes passos conforme trabalho apresentado em Bourgeois e Lassalle (1971):

Preliminares: Seja  $M(m \times n)$  a matriz de custos e  $k = \min\{m, n\}$ . Se o número de linhas é maior que o número de colunas, utilize a matriz transposta de  $M$ .

Passo 1: Subtraia de cada entrada o menor elemento de cada linha.

Passo 2: Faça uma designação marcando os zeros designados com \*.

Passo 3: Cubra cada coluna contendo um 0\*.

- Se  $k$  colunas são cobertas, os 0\* formam o conjunto desejado. Fim.

- Se não, vá ao passo 4.

Passo 4: escolha um zero não coberto e identifique-o por  $0'$  e considere a linha a que ele pertence.

- Se não houver zero descoberto, vá para o passo 6.
- Se não existe nenhum  $0^*$  (chame-o de  $Z$ ) na linha considerada e vá para o passo 5.
- Se existe um  $0^*$  nesta linha, cubra esta linha e descubra a coluna de  $0^*$ .
- Repita este procedimento até que todos os zeros estejam cobertos.
- Registre o menor valor descoberto ( $h$ ). Vá para o passo 6.

Passo 5: Construa uma seqüência de  $0^*$  e  $0'$  alternadamente como se segue.

- Seja  $Z_0 = 0'$  descoberto (do passo 4).
- Verifique se na coluna de  $Z_0$  existe  $0^*$ , se sim, seja  $Z_1 = 0^*$  na coluna  $Z_0$ .
- Na linha de  $Z_1$ , chame o  $0'$  de  $Z_2$  (sempre haverá um  $0'$  na linha de  $Z_1$ ). Então seja  $Z_2 = 0'$  da linha  $Z_1$ , e assim por diante até que a seqüência pare em  $0'$  que não tem  $0^*$  em sua coluna.
- Nos elementos da série assim formada:
- Desmarque o “\*” de cada  $0^*$  da seqüência (voltam a ser 0 normal).
- Transforme cada  $0'$  em  $0^*$ .
- Descubra todas as linhas e colunas da matriz.
- Se houver  $0'$  fora da série desmarque-o (volta a ser 0 normal).
- Retorne ao passo 3.

Passo 6: Seja  $h$  o menor elemento não coberto da matriz.

- Adicione  $h$  em cada linha coberta.
- Subtraia  $h$  de cada coluna não coberta.
- Retorne ao passo 4 sem fazer qualquer outra alteração, isto é, sem alterar qualquer “\*”, “'”, ou linhas cobertas.

#### 4. Estudo de caso

A metodologia proposta foi aplicada à região de Araucária, Paraná, que possui seis regiões de serviço e 11 equipes disponíveis ao longo do mês. A figura 5 identifica a região. Considerou-se inicialmente que todas as regiões estejam agrupadas, diferentemente do que é considerado normalmente onde cada carro atende uma região.





## Figura 5. Região de Araucária, Paraná

A cidade de Araucária está integrada à Região Metropolitana de Curitiba (RMC), no primeiro planalto paranaense, e ocupa uma área de 471,33 km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 117.964 habitantes. Da área total, 18% correspondem à área urbana e 82% corresponde à área rural.

### 4.1 Dados utilizados

Os tipos de dados necessários para o cálculo das funções que são usadas para a decisão estão apresentados na Tabela 1.

As informações da tabela 1 são necessárias para o cálculo da função objetivo:

- Através do problema relatado o operador do *call center* identifica se o problema é individual ou se envolve vários consumidores (como no caso da ocorrência acontecer em um transformador, por exemplo).
- O momento da solicitação é utilizado para fazer os cálculos do tempo que falta para atingir a meta.
- Dados de identificação do cliente que permitam a localização geográfica, que confrontados com os dados das equipes aguardando serviço, permitem fazer os cálculos de distâncias necessários.
- A localização geográfica permite procurar o DMIC do consumidor ou dos consumidores que estão associados àquele problema.

**Tabela 1.** Informações dos serviços solicitados

Informações do serviço solicitado	Serviço 1	.....	Serviço n
Instante do registro em minutos	1		256
Tipo de serviço: comercial ou emergencial	C		E
Meta do serviço em horas	2		0
Número de clientes afetados pela pane	10		1000
Coordenada x do local	25410		36718
Coordenada y do local	31520		101523

*Fonte:* Dados fictícios, apenas para fins ilustrativos

No teste apresentado neste trabalho foram consideradas informações registradas em um banco de dados referentes a um dia de atendimento, ou seja, 1440 minutos. Neste dia ocorreram pedidos de 249 serviços sendo que 12 foram considerados emergenciais. O programa foi desenvolvido em linguagem Matlab.

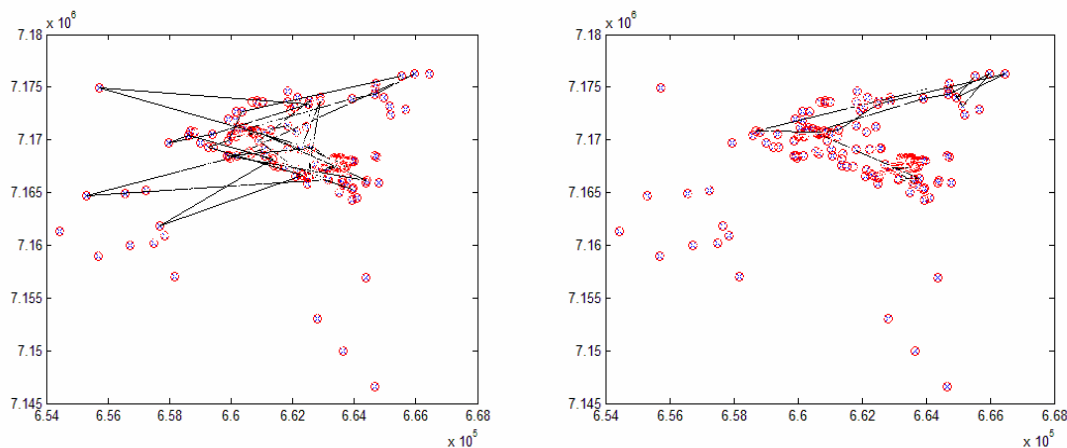
### 4.2 Alguns Resultados

Alguns testes são apresentados com o objetivo de mostrar a aplicabilidade do sistema desenvolvido. Os testes mostram a influência dos parâmetros na decisão e o peso de cada parcela na função objetivo.

Alguns testes foram definidos na tabela 2. Na figura 6 apresentam-se duas situações de rotas escolhidas para uma equipe durante um dia avaliado. Na primeira situação deu-

se prioridade para atingir a meta do serviço em espera e na segunda deu-se maior peso para minimizar a distância percorrida.

Na tabela 3 são apresentados os parâmetros de qualidade testados. Observa-se que priorizando distância, ou o tempo que a equipe leva para atender um chamado, o parâmetro maior desvio da meta é menor. O deslocamento médio das equipes depende de uma escolha específica dos parâmetros  $k_d$ ,  $k_n$ ,  $k_m$ .



**Figura 6.** Rotas de uma equipe ao longo de um dia

**Tabela 2.** Variações dos parâmetros e pesos utilizados na função custo

Testes realizados	Meta	Distância	Cliente	$k_m$	$k_d$	$k_n$
	$w_m$	$w_d$	$w_n$			
Problema 1	$1/3$	$1/3$	$1/3$	1	1	1
Problema 2	1	0	0	1	1	1
Problema 3	0	1	0	1	1	1
Problema 4	0	0	1	1	1	1
Problema 5	$1/3$	$1/3$	$1/3$	0,1	1	1
Problema 6	$1/3$	$1/3$	$1/3$	0,01	1	1
Problema 7	$1/3$	$1/3$	$1/3$	1	0,1	1
Problema 8	$1/3$	$1/3$	$1/3$	1	0,01	1
Problema 9	$1/3$	$1/3$	$1/3$	1	1	0,1
Problema 10	$1/3$	$1/3$	$1/3$	1	1	0,01
Problema 11	$1/3$	$1/3$	$1/3$	0,1	0,1	0,1
Problema 12	$1/3$	$1/3$	$1/3$	0,01	0,01	0,01
Problema 13	$1/3$	$1/3$	$1/3$	0,1	50	0,002
Problema 14	$1/3$	$1/3$	$1/3$	50	0,1	0,002

**Tabela 3.** Resultados dos parâmetros de qualidade

Parâmetros de qualidade	Deslocamento médio das equipes por dia em quilômetros	Maior desvio da meta em minutos
Problema 1	390,68	-353,00
Problema 2	474,91	-507,00
Problema 3	406,36	-295,00
Problema 4	469,86	-570,00
Problema 5	396,09	-387,00

Problema 6	401,91	-158,00
Problema 7	338,41	-425,00
Problema 8	326,82	-310,00
Problema 9	380,77	-160,00
Problema 10	401,50	-330,00
Problema 11	322,09	-316,00
Problema 12	352,32	-609,00
Problema 13	490,00	-576,00
Problema 14	341,77	-261,00

Mantendo-se os parâmetros do problema 14 avaliou-se o impacto do número de equipes disponíveis sobre os índices de qualidade os quais são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Impacto do número de equipes sobre os parâmetros de qualidade

Número de equipes	Deslocamento total em minutos	Deslocamento total em Km	Deslocamento médio das equipes	Desvio da meta
5	2040	1020	204,0	-442
6	2770	1385	230,8	-526
7	3746	1873	267,6	-217
8	5612	2806	350,8	-491
9	6347	3173,5	352,6	-198
10	6999	3499,5	350,0	-320
11	7519	3759,5	341,8	-261
12	7474	3737	311,4	-168
13	7420	3710	285,4	-137
14	8105	4052,5	289,5	-338
15	7269	3634,5	242,3	-95

Nas figuras 7 e 8 observa-se que não se tem um número adequado de equipes para os dois objetivos. Quando o número de equipes é menor o deslocamento médio é melhor, mas o desvio da meta é grande. A escolha do número de equipes depende da política da empresa.

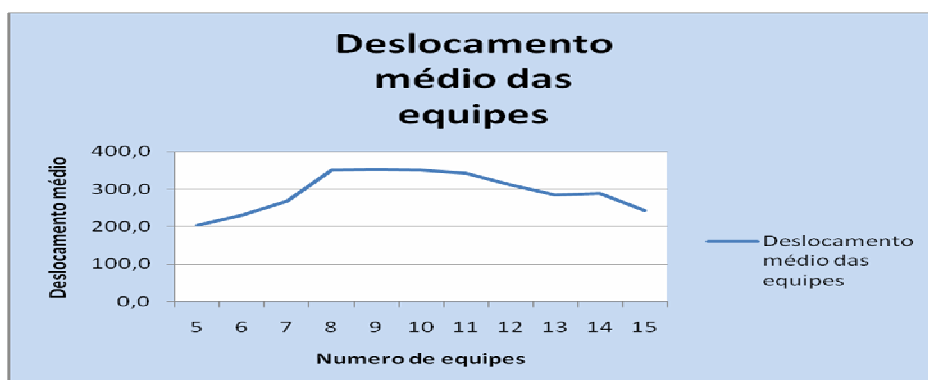


Figura 7: Deslocamento médio das equipes x Número de equipes

## 5. Conclusões

Os primeiros testes realizados mostram que o sistema é adequado ao objetivo do trabalho. Com a consolidação e ajustes de melhorias de valores e parâmetros a serem agregados durante o processo de testes, permitirá que o despachante configure as funções de habilitação de despacho automático de serviços, parciais ou totais. Porém considera-se que um grande problema do sistema é a forte ligação com a telecomunicação e se os dados não estiverem atualizados os resultados da designação podem não ser os melhores.

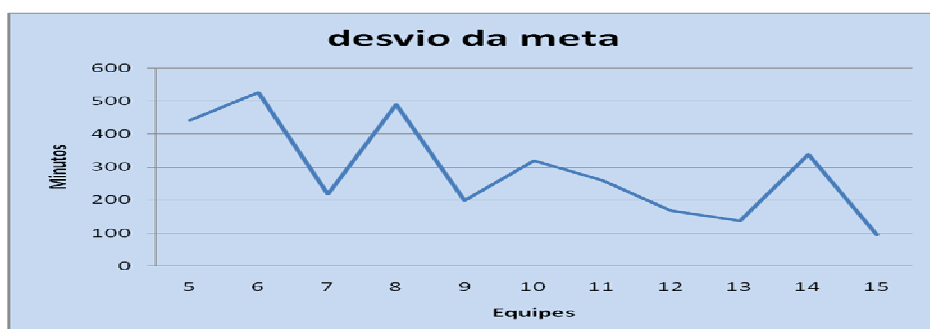


Figura 8: Desvio da meta x Número de equipes

## Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido dentro do programa de pesquisa e Desenvolvimento da ANNEL da Copel Distribuição, Projeto 2866-015/2006.

## Referências

- Amorim, F.; Manzan, R.; Bomfim, C.A.M. e Pinho, R.** Sistema Integrado De Gestão e Suporte ao Atendimento de Solicitações dos Consumidores - Siacon. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citene), Área: Gestão e Logística, p. 412-414, 2003.
- Bernardi W.; Adelino, E.A.T.; Damas, J.C.** Sistema Atendimento Eletrônico por Reconhecimento do Prefixo Telefônico, Eletropaulo Metropolitana - Eletricidade de São Paulo S/A, Sendi 2004.
- Bourgeois, F. e Lassalle, J.C.** An Extension of the Munkres Algorithm for the Assignment Problem to Rectangular Matrices, Communications of the ACM, dec 1971, v. 14, number 12.
- Cerqueira, N.C.S.** Aumento da Produtividade nos Centros de Operação de Distribuição utilizando Transmissão de Dados. XV Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica (Sendi), 2002.
- Fraulob, S.M.; Favali, J.L.; Scucuglia, J.W.; Reis, A.M.; Cruz Jr, L.C. e Maldonado, W.** Sistema Remoto de Controle de Operação de Viaturas em Áreas Urbanas. Anais do Iii Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citene), Área: Gestão e Logística, p. 1511-1513, 2005.
- Rapini Neto, L.; Silva, A.; São João Jr., L. e Martinez Jr., L.C.** Sistema de Gestão de Serviços. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citene), Área: Gestão e Logística, P. 408-411, 2003.

**Torres, G.L.; Borges da Silva, L.E.; Aoki, A.; Moraes, C.H.V.; Costa, B.R. e Barbosa, J.A.** Sistema Inteligente de Locomoção de Viaturas para Atendimento na Rede de Distribuição. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citenel), Área: Gestão e Logística, p. 415-421, 2003.