

DESIGNAÇÃO DE SERVIÇOS EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Neida Maria Patias Volpi

neida@ufpr.br

Engenharia de Produção - UFPR

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

Volmir Eugênio Wilhelm

volmirw@gmail.com

Engenharia de Produção - UFPR

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

Ricardo Carnieri

ricardo.carnieri@lactec.org.br

LACTEC/CIETEP

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

Vóldi Costa Zambenedetti

voldi@lactec.org.br

LACTEC/CIETEP

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

João Henrique Gross

joão.gross@copel.com

COPEL

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

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio aos operadores de Centros de Operações de Distribuição de Energia Elétrica referente à designação/despacho de serviços comerciais e emergenciais às equipes de atendimento disponíveis. O objetivo é otimizar a taxa de ocupação das equipes, designando-as de acordo com a demanda de serviços. O processo de escolha dos serviços à equipe é baseado no algoritmo de Munkres considerando os seguintes critérios estratégicos: o número de consumidores afetados em cada serviço; a distância de cada equipe aos serviços em espera; as metas de atendimento. Os resultados mostram benefícios para os consumidores, pois boa parte dos serviços é atendida dentro da meta, e mostra benefícios para a empresa de distribuição, pois indica redução do deslocamento das equipes.

Palavras-chave: Despacho, designação, rede de distribuição, pesquisa operacional em energia elétrica.

Abstract

This paper presents the development of a tool for managers of Operations Centers of Electric Power Distribution who decide which team should be designed to a commercial or an emergency service. The goal is to optimize the team utilization rates, assigning the teams according to the services. The services are chosen based on Munkres algorithm, considering the following strategic criteria: the number of consumers affected in each service, the distance from each team to each service to be attended and the company goals for this support services. The results show benefits for consumers, because most of the services is attended within the target, and shows benefits for the distribution company, as it indicates a displacement reduction of the teams.

Keywords: Designation of services, distribution network, operational research into 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 por parte dos clientes. As maiores dificuldades para designar os serviços às equipes de atendimento ocorrem em períodos atípicos, geralmente quando ocorrem intempéries.

Este trabalho apresenta uma 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 disponíveis. 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 eletricitistas 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 a ser executado por uma determinada equipe é feita por um algoritmo especializado; este algoritmo, por sua vez utiliza os seguintes critérios: a quantidade de consumidores em cada serviço; a distância de cada equipe disponível (priorizando a menor distância a ser percorrida) e; o a meta de atendimento de cada serviço. O atendimento a estes critérios resulta em benefícios para os consumidores e menor custo para a empresa.

Desta forma, o objetivo do sistema a ser proposto neste trabalho, é otimizar a ocupação das equipes disponíveis, alocando-as nas regiões de atendimento de tal modo que a concessionária e os consumidores sejam beneficiados.

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's; 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: distribuição de serviço; mensagem livre; despacho item manobra; e verificação item manobra. Já as macros de retorno são: 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 um 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:

- Os registros das solicitações dos clientes em espera (as ocorrências/serviços ainda não atendidos) contem informações tais como região onde ocorreu a ocorrência, habilitação das equipes quanto aos equipamentos disponíveis para cumprir os serviços pendentes, coordenadas geográficas, metas de tempo, número de clientes afetados, histórico de DIC/FIC, horários pré-agendados pelo cliente.
- Ao ser detectada a liberação de uma equipe, o sistema designa um serviço para todas as equipes, tanto às ocupadas quanto às desocupadas.
- Os serviços designados para equipes desocupadas serão despachados para as mesmas e serão efetivamente executados. Serviços designados para equipes ocupadas na execução de outros serviços, esses não serão despachados. Neste caso esses serviços serão reintegrados à lista de espera.
- Ao gerar a designação, o sistema levará em conta condições estabelecidas previamente: a separação dos serviços por região ou não; tipo do serviço e tipo da equipe para aquele atendimento; rota a ser percorrido (baseado em informações georeferenciadas), dentre outros. Além dessas condições, também serão considerados critérios que envolvem 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 equipas

Após conhecimento da listagem de serviços e das equipas 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 equipas executarem serviços pendentes. O número de equipas disponíveis no momento de proceder a designação, em 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 pode afetar aproximadamente 1440 pessoas) e coordenadas geográficas do local do serviço.

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

Tabela 1: Matriz de designação Equipas x Serviços

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}

Entende-se por equipas disponíveis, as equipas 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, tempo disponível para executar o serviço sem que a meta seja ultrapassada.

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).

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

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

- 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 1, 2 e 3 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.

PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Na composição dos custos, quanto menor k_d , f_1 prioriza serviços mais próximos das equipes em relação ao tempo (Figura 1); quanto menor k_n a função f_2 prioriza serviços quando um maior número de consumidores é afetado (Figura 2); a função f_3 para um menor k_m 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 quando se tem um mês para o serviço ser realizado.

Neste trabalho foram medidos 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.

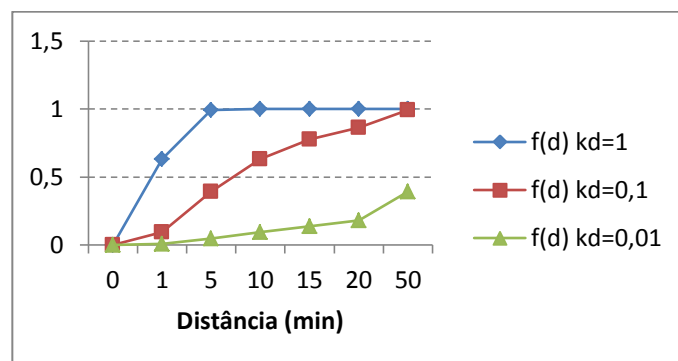


Figura 1: Funções de custo de distância $f(d)$ versus parâmetro k_d

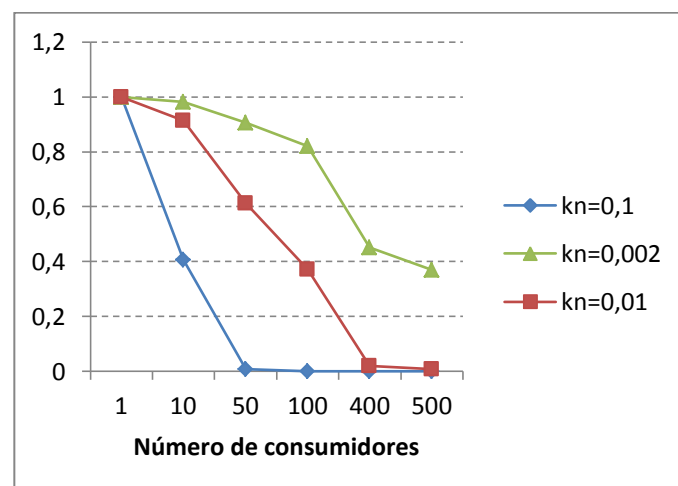


Figura 2: Funções de custo de consumidores $f(n)$ versus parâmetro k_n

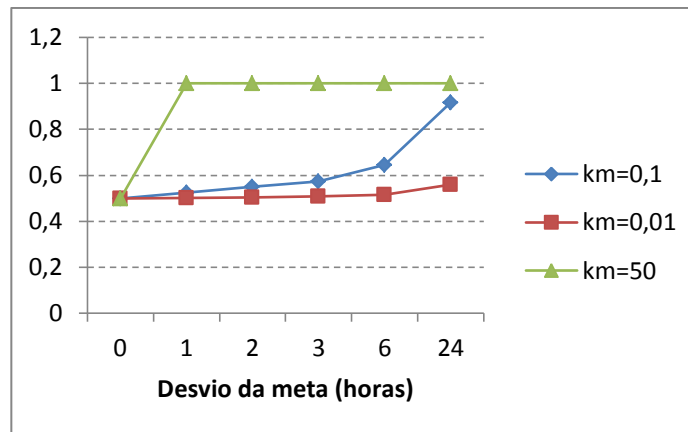


Figura 3: Funções de custo de meta $f(m)$ versus parâmetro k_m

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 livre, mas distante assumo 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 $\mathbf{M}(m \times n)$ 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 \mathbf{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:

PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

- 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. Considerou-se inicialmente que todas as regiões estejam agrupadas, diferentemente do que é considerado normalmente onde cada carro atende uma região. A cidade de Araucária está integrada à Região Metropolitana de Curitiba (RMC), no primeiro planalto paranaense, e ocupa uma área de 471,33 km², 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 2.

As informações da Tabela 2 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 (desvio da meta).
- Dados de identificação do cliente que informa a localização geográfica, que confrontados com os dados das equipes aguardando serviço, permitem fazer os cálculos de distâncias e tempos necessários.
- A localização geográfica permite procurar o DMIC do consumidor ou dos consumidores que estão associados ao problema relatado.

Tabela 2. Informações dos serviços solicitados (*Fonte:* Dados fictícios, apenas para fins ilustrativos)

Informações do serviço solicitado	Serviço 1	Serviço n
Instante do registro em minutos	1		256
Tipo de serviço: comercial C ou emergencial E	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

No teste apresentado neste trabalho foram consideradas informações registradas em um banco de dados referentes a um mês de atendimento. No mês considerado ocorreram 6894 pedidos de serviços sendo que 309 foram 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. Na figura 5 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 reduzir a distância percorrida. Observa-se que priorizando distância, ou o tempo que a equipe leva para atender um chamado, o índice maior desvio da meta tende a ser maior. Os resultados dos parâmetros de qualidade dependem de uma escolha específica dos parâmetros k_d , k_m , k_n .

Treze testes foram definidos na Tabela 3. Na tabela 4 são apresentados os parâmetros de qualidade obtidos.

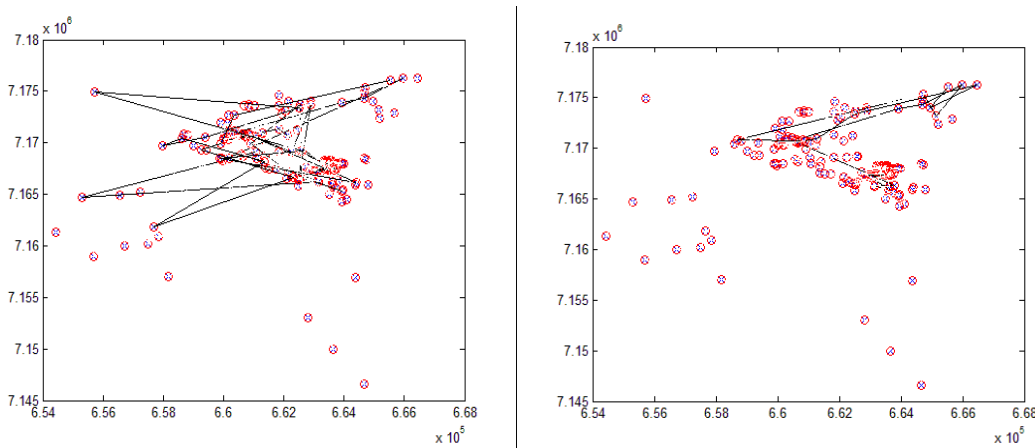


Figura 5: Rotas de uma equipe ao longo de um dia

Tabela 3: Variações dos parâmetros e pesos utilizados na função custo

Testes realizados	Meta	Distância	Cliente w_n	k_m	k_d	k_n
	w_m	w_d				
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	0,10	1	1
Problema 6	1/3	1/3	1/3	0,01	1	1
Problema 7	1/3	1/3	1/3	1	0,10	1
Problema 8	1/3	1/3	1/3	1	0,01	1
Problema 9	1/3	1/3	1/3	1	1	0,10
Problema 10	1/3	1/3	1/3	1	1	0,01
Problema 11	1/3	1/3	1/3	0,10	0,10	0,10
Problema 12	1/3	1/3	1/3	0,01	0,01	0,01
Problema 13	1/3	1/3	1/3	0,10	50,00	0,00

PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Tabela 4: Resultados dos parâmetros de qualidade

Parâmetros de qualidade	Deslocamento médio das equipes por mês em quilômetros	Maior desvio da meta em minutos
Problema 1	1587,55	413
Problema 2	1664,59	173
Problema 3	1587,55	413
Problema 4	1665,86	462
Problema 5	1587,32	205
Problema 6	1588,18	207
Problema 7	1587,55	413
Problema 8	1587,55	241
Problema 9	1587,55	413
Problema 10	1587,59	413
Problema 11	1587,77	315
Problema 12	1587,86	183
Problema 13	1663,77	202

Escolhendo-se os parâmetros e pesos do problema 12 avaliou-se o impacto do número de equipes disponíveis sobre os índices de qualidade, os quais são apresentados na Tabela 5.

Na Figura 6 observa-se que a simulação apresenta resultados coerentes com o esperado em relação ao número de equipes e deslocamentos. Quando o número de equipes aumenta o deslocamento médio das equipes tende a cair, mas o desvio da meta sofre oscilações. A escolha do número de equipes depende da política da empresa.

Nas Figuras 7 e 8 observam-se a soma dos desvios da meta como também o maior desvio ocorrido durante o mês analisado em função do número de equipes. Observa-se que a soma dos desvios das metas em minutos reduz em torno de 30% quando o número de equipes aumenta. Neste caso deve-se fazer um balanço entre os custos advindos de cada política: aumentar o número de funcionários e/ou reduzir os desvios da meta.

Tabela 5: 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 (Km)	Soma desvio da meta em minutos	Maior desvio da meta em minutos
7	34902	17451,0	2493,0	7659,0	233
8	34929	17464,5	2183,1	6328,0	119
9	34939	17469,5	1941,1	6500,0	195
10	34915	17457,5	1745,8	6246,0	558
11	34933	17466,5	1587,9	6188,0	183
12	34939	17469,5	1455,8	6159,0	167
13	34923	17461,5	1343,2	5427,0	152
14	34907	17453,5	1246,7	5585,0	171
15	34911	17455,5	1163,7	5924,0	172

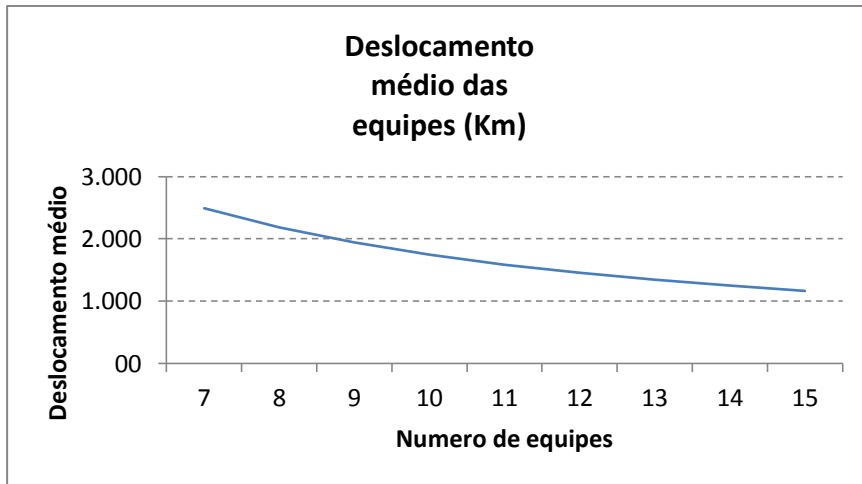


Figura 6: Deslocamento médio das equipes x Número de equipes

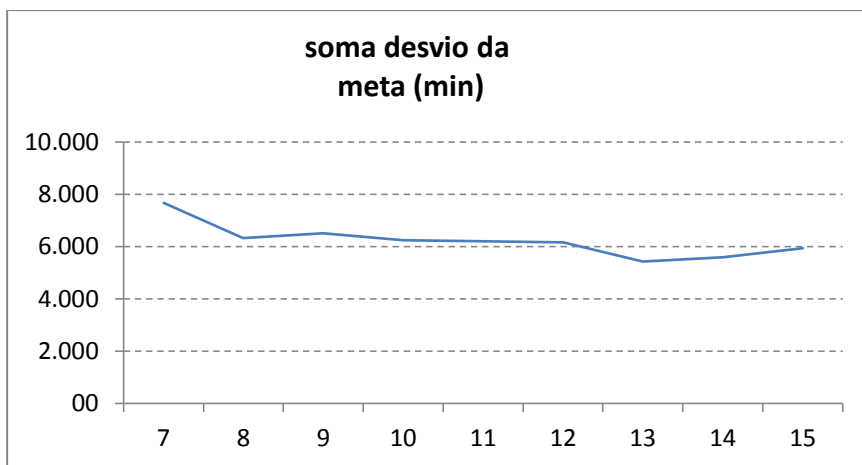


Figura 7: Soma dos desvios da meta x Número de equipes

Na Figura 8 observa-se o maior desvio da meta que apesar de ser uma ocorrência pontual também pode ser usado para se tomar decisões.

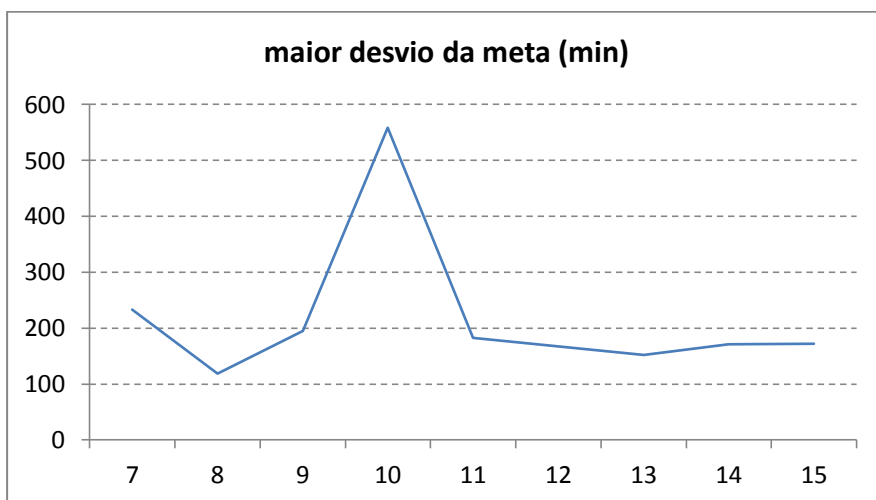


Figura 8: Maior desvio da meta x Número de equipes

5. Conclusões

Os testes realizados mostram que o sistema é adequado ao objetivo do trabalho. 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 a forte ligação do sistema com a telecomunicação, e conseqüentemente a atualização dos dados são decisivos para se obter bons resultados na designação dos serviços.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido pelo 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 - Sicon. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citenel), 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, v. 14, number 12, 1971.

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 (Citenel), 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 (Citenel), 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.