

O Uso da Regressão Múltipla (com Variáveis *Dummy*) para Prever o Tempo Médio de Atendimento em um Call Center

Autoria: Marco Aurélio Carino Bouzada

Resumo

Este trabalho descreve o problema da previsão do tempo médio de atendimento (TMA) para um determinado produto no *call center* de uma grande empresa brasileira do setor – a Contax – e como ele foi abordado com o uso de Regressão Múltipla (com variáveis *dummy*). Depois de justificar a importância do tema, o estudo apresenta uma breve revisão de literatura acerca de métodos de previsão de demanda e de sua aplicação em *call centers*. O caso é descrito, contextualizando a empresa estudada e revelando a forma como a mesma lida com o problema de previsão do TMA para o produto 103 – serviços relacionados à telefonia fixa. Um modelo de Regressão Múltipla (com variáveis *dummy*) é desenvolvido para servir como base do processo de previsão proposto. Este modelo utiliza informações disponíveis capazes de influenciar o TMA, tendo apresentado ganhos de acurácia da ordem de 2 pontos percentuais para o período estudado.

1. Introdução

Call centers consistem em centros operacionais instalados para utilizar telecomunicação e tecnologias computacionais para automatizar uma quantidade volumosa de diferentes atividades e serviços telefônicos, tanto recebidos quanto originados pelo centro. Os centros do tipo *inbound* (onde as chamadas são originadas pelos clientes) são caracterizados como um sistema constituído de várias pessoas (atendentes), que recebe ligações telefônicas de outras pessoas (normalmente clientes – ainda que potenciais) que desejam obter alguma informação, contratar algum serviço, comprar algum produto, responder a alguma pesquisa, atualizar dados, registrar ocorrências, ou fazer reclamações, entre outras demandas. (GROSSMAN *et al*, 2001; HAWKINS *et al*, 2001)

Dezenas de bilhões de dólares foram gastos em *call centers* na última metade da década de 1990. O crescimento dessa indústria naquela década foi na faixa de 20% ao ano; e é esperado que esse crescimento se mantenha neste patamar durante o início desse século. Na economia de hoje, os *call centers* não apenas se tornaram os pontos primários de contato entre clientes e empresas, mas também um grande investimento para muitas organizações. (GROSSMAN *et al*, 2001; WEINBERG, BROWN & STROUD, 2007)

Os gerentes e planejadores dos *call centers* têm um emprego muito mais difícil hoje em dia do que no passado. Com mais produtos e serviços sendo criados, disponibilizados no mercado, vendidos e assistidos, em relação a momentos anteriores, eles precisam entender o que está havendo nos *call centers*, para saber como as suas características influenciam os indicadores de desempenho. Certamente a utilização de simples palpites, experiências de tentativa-e-erro, intuição ou softwares “caixa-preta” não representam a melhor alternativa para os gerentes das centrais de empresas que querem ser bem sucedidas. (MEHROTRA, PROFOZICH & BAPAT, 1997)

Considerando-se que o custo de pessoal representa aproximadamente 70% do total da indústria, a matéria-prima para o processo de gerenciamento eficiente (níveis satisfatórios de serviço a custos razoáveis) de um *call center* consiste na previsão da demanda – tanto em termos da quantidade de ligações quanto do tempo de atendimento – e da conseqüente carga de trabalho, que precisam, então, ser estimados da forma mais acurada possível. Essa necessidade confere à previsão de demanda o *status* de atividade crítica durante a busca pela

eficiência e pela efetividade do negócio. Uma previsão acurada dos parâmetros do sistema é um pré-requisito para um nível de serviço consistente, representando um dos passos mais importantes do processo como um todo. (HALL & ANTON, 1998; ALAM, 2002; GANS, KOOLE & MANDELBAUM, 2003; REYNOLDS, 2005; BOUZADA, 2006; WEINBERG, BROWN & STROUD, 2007)

2. Revisão de literatura

Uma grande ênfase tem sido dada à melhoria do processo de tomada de decisão em organizações governamentais e empresariais. Em vista do ambiente altamente competitivo do atual mundo de negócios, tornou-se objetivo básico alocar de maneira otimizada os sempre escassos recursos disponíveis nas diversas atividades concorrentes. No caso dos call centers, este objetivo é viabilizado, em parte, por meio de um processo de previsão mais preciso. Nos anos 70, devido a limitações técnicas e principalmente de recursos computacionais, os administradores utilizavam freqüentemente seus próprios sentimentos e intuições para auxiliar no processo de tomada de decisão. Hoje – até porque prever e monitorar a evolução das vendas tornou-se uma preocupação gerencial – eles estão complementando esse “sentimento” em relação à indústria ou à economia com a utilização de técnicas de previsão, tendência reforçada pela difusão do uso de microcomputadores no ambiente empresarial. (HANKE, 1992; PIZZINATTO & SPERS, 2006)

Os supervisores dos call centers, responsáveis pelo seu planejamento operacional, precisam dimensionar eficientemente as suas equipes de modo a proporcionar níveis de serviço satisfatórios a custos razoáveis. A administração apropriada das centrais requer a estimação de algumas características operacionais que levam ao dimensionamento recomendado da equipe de atendimento; dentre estas características, destacam-se a quantidade de ligações de clientes e o tempo médio de atendimento (TMA). (WEINBERG, BROWN e STROUD, 2007; KLUNGLE & MALUCHNIK, 1997)

Reynolds (2005) diz que uma previsão pode ser necessária para dimensionar as operações cotidianas ou para lidar com situações especiais, como, por exemplo, a implementação de uma nova tecnologia capaz de afetar não só o volume, mas também o padrão das chamadas.

Como o propósito real do processo de previsão é prever quantos agentes são necessários para lidar com o volume de chamadas, uma previsão precisa – para ser completa – incluir não apenas o volume de ligações, mas também a grandeza tempo de atendimento. Para prever o tamanho da equipe e os planos de horários posteriormente, é necessária uma fotografia da carga de trabalho, que consiste no número de chamadas multiplicado pelo TMA. (REYNOLDS, 2005; WISE, 2006)

Segundo Matan e Nourbakhsh (1998), para gerar previsões acuradas acerca das chamadas, os gerentes dos *call centers* precisam juntar informações de várias fontes, desde previsões do mercado até, eventualmente, a duração dos intervalos comerciais veiculados na mídia. No entanto, parte importante das informações provém das estatísticas do histórico de chamadas que, usualmente, podem ser ajustadas para as tendências atuais ou esperadas.

De acordo com Mehrotra (1997), os modelos de séries temporais têm se constituído na abordagem mais popular para o tratamento da previsão em centrais de atendimento. No entanto, outros modelos de previsão foram aplicados com sucesso em alguns ambientes de *call center*, como, por exemplo, centrais de vendas baseando sua previsão nas remessas de produtos recebidas e nas propagandas enviadas aos potenciais clientes.

A atividade de previsão é inerentemente difícil no caso dos *call centers* por causa do tamanho relativamente pequeno dos “blocos de tempo” utilizados na prática. Técnicas de previsão estabelecidas (como o amortecimento exponencial de Winters e regressão linear múltipla) são úteis para este tipo de negócio. Geralmente, usar uma abordagem de previsão apropriada irá reduzir pela metade os erros de previsão. No entanto, muitos *call centers* encontram dificuldades nesse processo por conta do conhecimento técnico necessário para adequar estas técnicas aos complexos padrões de chamadas e ao aspecto “desarrumado” dos dados. (GROSSMAN *et al*, 2001).

O processo de previsão consiste tanto em arte quanto em ciência. Em arte, porque o futuro, afinal de contas, está sendo previsto; e a acurácia da previsão vai depender em parte do julgamento e da experiência de quem estiver conduzindo o processo. Mas também em ciência: um processo matemático, passo-a-passo, que utiliza a história passada para prever eventos futuros. Um entendimento destas técnicas estatísticas especializadas é necessário para o processo ser bem feito. Os administradores que possuem *softwares* de gerenciamento de força de trabalho que automatizam o processo de previsão não podem pensar que isso apenas é suficiente; entender estes cálculos é tão crítico quanto possuir o *software*: não só para verificar a acurácia dos resultados como também, e talvez de forma mais importante, para explicar os números para a gerência. Ou seja, mesmo tendo as ferramentas, vale a pena entender os fundamentos do processo de previsão. (REYNOLDS, 2005; BOUZADA, 2006)

O tempo médio de atendimento é um dos alvos atacados pelo método proposto por Shen e Brown (2002), que é aplicado – entre outros propósitos – para modelar o padrão (dependente da hora do dia) do TMA das chamadas de clientes recebidas no *call center* de um banco israelense. O entendimento de tal comportamento variável desta grandeza é, na opinião dos autores, essencial para compreender o ambiente operacional de um sistema, e também para prever dinamicamente a sua carga de trabalho futura.

Weinberg, Brown e Stroud (2007) propõem, em seu artigo, um modelo – para prever a demanda do *call center* de um banco comercial norte-americano – ao qual qualquer conhecimento anterior baseado em experiência passada do gerente pode ser incorporado, assim como componentes observados somente *a posteriori*. Comparando as previsões (para o dia seguinte) fornecidas pelo modelo dos autores e por modelos estatísticos clássicos, eles puderam perceber melhorias de até 25% por parte do seu modelo em relação aos padrões.

Em geral, se a variável a ser predita está fortemente correlacionada com outras variáveis que estão sujeitas a grandes variações, um modelo multivariado é necessário. O método da Regressão Múltipla, em particular, é relativamente robusto em relação a afastamentos dos pressupostos da normalidade e da homocedasticidade. (SILVER, 2000; LEVINE *et al.*, 2000)

3. Descrição do caso

A Contax surgiu no final de 2000, como extensão natural dos negócios da Telemar – em um setor da economia que pouco investia em tecnologia e qualificação de atendimento – para ajudar seus clientes na gestão operacional do serviço de atendimento, agregando valor no relacionamento com os consumidores finais. (CONTAX, 2006)

No Brasil, atualmente, é a empresa de maior crescimento nessa indústria, tendo crescido quase 60% em 2005 (com um faturamento de R\$ 1.129 milhões). Segundo (OUTSOURCING, 2005), é a maior empresa do ramo em número de posições de atendimento, e a segunda maior em termos de faturamento e número de funcionários, dentro do território nacional.

De acordo com (CONTAX, 2006), ela faz mais de 100 milhões de contatos por mês, através de telefone, correio, *e-mail*, torpedos, Internet e *chat*, e conta com mais de 22 mil posições de atendimento e quase 50 mil funcionários distribuídos em 16 centrais por 7 estados brasileiros, além do Distrito Federal: Bahia, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (compondo o mais moderno complexo de *contact centers* da América Latina, na capital). Ela está presente nas capitais, e em Niterói (RJ) e Nova Lima (MG).

A Contax é uma empresa de capital 100% nacional e hoje opera com mais de 40 clientes, sendo o principal a própria Telemar (que responde por aproximadamente 60% do faturamento). Os principais produtos relacionados a este cliente são:

- 102 – que recebe ligações dos clientes que buscam auxílio à lista telefônica;
- Velox – que engloba o suporte técnico e o *help desk* para os clientes do serviço de Internet de banda larga da Telemar;
- 103 – que abrange clientes que buscam serviços relacionados à telefonia fixa, como mudança de endereço de cobrança e dúvidas ou problemas com a conta telefônica;
- Suporte técnico e reparo de defeitos da Telemar;
- OI – que abrange todo o atendimento para os clientes dos serviços de telefonia móvel da Telemar.

3.1. O processo atual para a previsão do tempo médio de atendimento

Na opinião da equipe de operação da empresa, a busca pela satisfação do cliente ainda é realizada de forma ineficiente. De fato, há um consenso de que os custos oriundos dessa busca de satisfação ainda estão altos, apresentando grande potencial de redução. O setor responsável por melhorar a eficiência operacional da empresa é o de Planejamento de Tráfego.

A principal ferramenta que este setor utiliza para auxiliar as decisões gerenciais de planejamento operacional é o *software* TotalView, totalmente integrado à infra-estrutura de telefonia. O produto consiste em uma ferramenta de força de trabalho utilizada para dimensionar e controlar o atendimento, que auxilia os gerentes – entre outras atividades – na previsão de demanda (por horário e dia da semana).

De acordo com o gerente de Planejamento de Tráfego da empresa, a principal “dor-de-cabeça” consiste em conseguir melhorar as previsões de demanda, tanto em termos da quantidade de ligações quanto em termos do TMA. A acurácia das previsões não é boa para alguns produtos, e ele próprio avalia que – principalmente para o produto 103 – a empresa dispõe de todas as informações que poderiam fornecer uma melhor previsão, estando apenas carente de um método mais adequado.

Isso ocorre porque, em relação a este produto, a empresa dispõe de várias informações que poderiam servir de subsídio para tornar a previsão um pouco melhor do que realmente costuma ser. Essas informações são basicamente as quantidades de contas enviadas para os clientes em cada data (normalmente 5-6 dias antes do vencimento) e as suas próprias datas de vencimento. O “sentimento” da gerência e da coordenação do produto 103 é que o tempo de atendimento para o produto é influenciado pelos eventos de chegada da conta e pelo seu próprio vencimento, datas em que haveria um acesso diferenciado ao serviço por parte dos clientes. O problema é que o sistema utilizado para previsão não leva em conta essas informações, revelando a existência de um potencial de melhoria no processo.

O primeiro passo do processo de previsão para o produto em questão consiste na geração de uma previsão básica, realizada pelo *software* de gerenciamento de força de trabalho, o TotalView. Um dos seus módulos é o de *forecast*, que trabalha com o histórico de demanda e faz a previsão do TMA baseado nas 13 últimas semanas, calculando uma média ponderada, com pesos diferenciados (maiores para as semanas mais recentes e menores para as mais remotas). A previsão é gerada para cada intervalo ou bloco de meia-hora, levando em consideração também a sazonalidade do dia da semana. Assim, por exemplo, para calcular o TMA da próxima terça-feira, no período de 10:30-11:00, o TotalView considera o histórico de demanda desse mesmo intervalo de meia-hora, calculando uma média ponderada do TMA das últimas 13 terças-feiras.

O segundo passo consiste em uma crítica – por parte dos analistas da coordenação – a esses números gerados pelo TotalView. O *software* busca o histórico do dia em questão nas últimas 13 semanas, mas se nesse histórico houver alguma informação contaminada por algum evento específico (por exemplo: queda no sistema, acarretando um TMA mais baixo durante o período), uma limpeza deve ser feita pelo analista. Este deve fazer uso do seu bom senso e poder analítico para, se perceber algum desvio grande no histórico, realizar o ajuste manualmente – modificando ou expurgando do histórico o dado discrepante – e gerar novamente a previsão, de forma pontual. Este acompanhamento acontece diariamente.

Depois da geração da prévia da previsão (número inicial do TotalView) e da crítica inicial da equipe, o terceiro passo consiste em incorporar aos valores previstos o possível impacto causado por alguns eventos específicos (segunda-feira de carnaval ou uma ocorrência diferente em algum sábado, por exemplo). A maneira de incorporar tais impactos depende da natureza do evento (se são novos ou desconhecidos) e do prévio conhecimento das suas conseqüências.

Alguns dos eventos especiais podem ter seu impacto previsto de uma forma melhor, quando a equipe de analistas é subsidiada por algumas premissas recebidas de outros setores, capazes de impactar o TMA, como: implantação de novos planos e serviços na telefonia fixa (plano de minutos, por exemplo); mudanças no procedimento (roteiro de atendimento), que podem fazer com que o operador fale mais ou menos durante o atendimento; implantação do *No-changes* (um sistema diferenciado, encaixando o procedimento completo do operador em uma tela apenas, sem a necessidade de navegação) na operação; mudanças na URA.

Essas premissas também envolvem o comportamento dos ciclos das contas telefônicas dos clientes, uma informação oriunda do setor de faturamento da Telemar e que ajuda a previsão de demanda do produto 103. Essa informação consiste, basicamente, nas quantidades de contas enviadas para os clientes em cada data (normalmente 5-6 dias antes do vencimento). Ela é útil porque o TMA em relação ao produto é influenciada – segundo a equipe de previsão – pelos eventos de chegada da conta no destino e seu vencimento, datas em que haveria um acesso diferente ao serviço por parte dos clientes, em busca de esclarecimentos e/ou de fazer reclamações.

Na verdade, durante todo o período em que a conta está com o cliente (4-5 dias desde a chegada até o vencimento), ocorre uma alteração no padrão do TMA, mas o maior impacto acontece mesmo no momento da chegada da conta na residência do cliente, na opinião da coordenação responsável pelo produto. Segundo os analistas, o impacto pós-vencimento (quando o cliente que esqueceu de pagar a conta liga para saber como proceder) existe, mas é pequeno, não sendo significativo em termos de modificação no TMA.

O problema é que o TotalView não leva em conta isso; a sazonalidade do dia da semana é considerada, mas não a distância do dia em relação à chegada da conta ou ao seu vencimento.

Por exemplo, a conta de um determinado cliente vence no dia 10 de cada mês, e não na segunda quarta-feira do mesmo; então, no mês em que o dia 10 caísse em uma terça-feira, esse dia da semana deveria ser mais impactado do que os outros, enquanto que no mês em que o dia 10 caísse em uma quarta-feira, o impacto maior deveria ser incluído neste dia. Mas o TotalView considera, em termos de sazonalidade, todas as terças-feiras da mesma forma, seguindo o mesmo raciocínio para os outros dias da semana. Além disso, há meses em que as contas não são enviadas exatamente 5 dias antes do vencimento, e este outro evento especial (chegada da conta ao destino) também deve ser considerado.

Essas informações são levadas em conta no processo de previsão, mas não de forma automática. Toda a análise é feita pela equipe de previsão – e não pelo *software*! – que:

1. recebe e avalia o cronograma da área de faturamento (quantidade de contas sendo postadas e vencendo em cada data);
2. verifica no histórico o impacto dos eventos de chegada e vencimento das contas, para o ciclo (grupamento de contas em cada filial) em questão;
3. acrescenta – por fora do TotalView – o impacto histórico desses eventos (exemplo: 5% e 3%, respectivamente) ao TMA inicialmente previsto pela ferramenta;
4. critica os resultados;
5. e retro-alimenta o *software*, ajustando a previsão que havia sido previamente gerada.

Durante esse processo, os analistas não levam em conta um possível impacto da véspera e da antevéspera do vencimento da conta e nem do período pós-vencimento; apenas o efeito dos eventos chegada e vencimento.

Sob os olhos de uma análise mais minuciosa, a magnitude do TMA tem variado muito ao longo do dia, assumindo, na parte da tarde, valores 35-40 segundos maiores que os tempos matutinos, segundo a coordenação da área. A impressão geral é que isso ocorre, principalmente, pela maior concentração de operadores novos na parte da manhã. Durante a noite, o TMA é ainda mais alto, principalmente – na opinião da equipe de previsão – por causa do menor nível de serviço oferecido neste período, o que pode fazer com que o cliente aguarde mais tempo na fila e reclame a respeito com o atendente antes de começar a tratar do assunto principal, propriamente dito, aumentando o tempo de atendimento.

A previsão é elaborada mensalmente, sempre com 45 dias de antecedência em relação à necessidade de contratação de operadores. Este prazo se justifica, para este produto, por causa do processo de validação com o cliente, do tempo de seleção do novo funcionário e dos 30 dias necessários para o treinamento do operador nas suas futuras atividades.

Fisicamente, existem centrais de atendimento do 103 no Rio de Janeiro, em Minas Gerais e no Ceará. Mas, em termos organizacionais, tudo funciona como se houvesse uma central única de atendimento, abrangendo potencialmente os clientes de todos os estados. Já que a demanda se superpõe para todas as centrais, torna-se necessário apenas elaborar uma previsão consolidada (para todo o Brasil), como se houvesse uma central única de atendimento.

3.2. Metodologia sugerida para o processo de previsão do TMA

Atualmente, a previsão básica é extraída do TotalView e a coordenação realiza toda essa análise no Excel. A opinião geral é que as informações do faturamento poderiam ser usadas de uma forma mais sistemática para poder ser construído um método de previsão mais

acurado, levando em conta todos esses aspectos e não apenas a sazonalidade do dia da semana, como faz o TotalView.

A idéia é fugir mais dessa pós-análise não-metódica no Excel – que depende muito da intuição do analista – e poder contar uma ferramenta que apóie a equipe neste momento, usando as informações do faturamento no processo de elaboração das previsões, para que se possa evitar o trabalho manual – que aumenta a possibilidade de erro. A ferramenta não tem a pretensão de substituir a intuição e experiência da equipe de previsão, mas servir de apoio à sua tomada de decisão.

Operacionalmente, a equipe de previsão coletaria, com a antecedência usual, os *inputs* necessários (oriundos do setor de faturamento) e alimentaria a ferramenta de previsão – ambientada em uma planilha de Excel – com eles. O *output* da ferramenta consistiria no tempo médio de atendimento (TMA) para cada data futura.

O método escolhido foi o da Regressão Múltipla, pois é capaz de capturar o impacto específico de cada evento e informação no TMA de cada dia. Por exemplo, qual o impacto – no TMA – do fato do dia em questão cair em uma quinta-feira? Qual o impacto do dia consistir em um feriado? E de chegarem 200 mil contas para os clientes no dia em questão? E do dia ser a véspera do vencimento de 500 mil contas?

A idéia é verificar a distância do dia específico em relação aos eventos especiais (chegada e vencimento das contas) e calcular para quantas contas esse dia é o **C** (dia de chegada), o **V** (dia do vencimento), o **V - 1** (véspera do vencimento), o **V - 2** (antevéspera do vencimento), ... , **V + 1** (dia seguinte ao vencimento), **V + 2**,

De posse do cronograma de faturamento (fornecido pela equipe de previsão, para o período de julho de 2005 a julho de 2006) foi possível consolidar as informações em termos da data de chegada e data de vencimento das contas.

Para poder ser desenvolvido o modelo de regressão múltipla para prever o TMA em cada data, foi preciso ter acesso ao histórico desta grandeza. Por motivo de sigilo estratégico, esses valores não puderam ser revelados, em sua plena magnitude; no entanto, a eles foi aplicada uma constante de proporcionalidade, e os resultados, de julho de 2005 até março de 2006, fornecidos pela empresa, estão apresentados graficamente na figura 1.

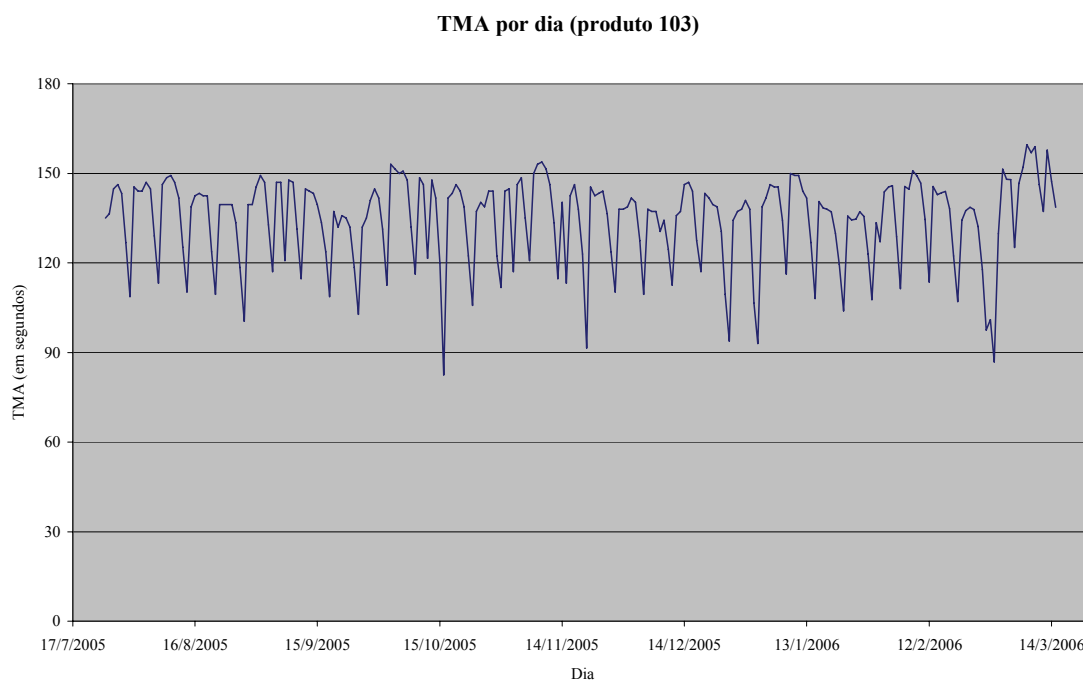
Como se observa, a série não apresenta tendência de crescimento ou decréscimo (apenas um comportamento errático), dispensando, assim, a necessidade de inclusão de uma variável associada à passagem do tempo.

De posse de todas essas informações foi possível montar uma planilha de Excel com os dados necessários para a construção do modelo de regressão múltipla dentro do qual o comportamento da variável dependente “TMA em um dia específico” poderia estar sendo explicado – inicialmente – por 9 variáveis independentes:

- dia da semana;
- feriado – se o dia específico consiste em um feriado ou não;
- chegada (C) – quantas contas estão previstas para chegarem ao cliente no dia específico;
- vencimento (V) – quantas contas vencem no dia específico;
- V - 3 – para quantas contas aquele dia específico corresponde a 3 dias antes do vencimento, ou, em outras palavras, quantas contas irão vencer 3 dias depois da data específica;

- V - 2 – para quantas contas aquele dia específico corresponde à antevéspera do vencimento;
- V - 1 – para quantas contas aquele dia específico corresponde à véspera do vencimento;
- V + 1 – para quantas contas aquele dia específico corresponde a 1 dia depois do vencimento, ou, em outras palavras, quantas contas terão vencido na véspera daquela data específica;
- V + 2 – para quantas contas aquele dia específico corresponde a 2 dias depois do vencimento.

Figura 1 – TMA por dia, julho de 2005 a março de 2006



A tabela 1 a seguir apresenta, em parte, a planilha de dados em questão.

Cabe salientar que as variáveis independentes “dia da semana” e “feriado” foram trabalhadas como sendo do tipo *dummy* (0 ou 1). Foram criadas 6 variáveis *dummy* para o dia da semana (**domingo, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira**) e 1 variável *dummy* para a ocorrência de feriado.

Dessa forma, para o dia 06/08/2006, por exemplo, a variável *dummy* **feriado** assumiu o valor 0 (0 = Não; 1 = Sim) e as variáveis *dummy* **domingo, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira** assumiram o valor, caracterizando, portanto e por exclusão, o dia em questão como sendo um sábado comum (não feriado).

Tabela 1 – Planilha de dados do modelo de regressão múltipla para prever o TMA, agosto de 2005

Dia	Dia da semana	Feriado ?	Chegada (C)	V - 3	V - 2	V - 1	Vencimento (V)	V + 1	V + 2	TMA (seg)
1/8/2005	2a. feira	Não	-	2.142.215	-	-	2.136.197	-	-	145,50
2/8/2005	3a. feira	Não	1.918.920	-	2.142.215	-	-	2.136.197	-	144,00
3/8/2005	4a. feira	Não	2.177.552	-	-	2.142.215	-	-	2.136.197	144,00
4/8/2005	5a. feira	Não	-	1.918.920	-	-	2.142.215	-	-	147,00
5/8/2005	6a. feira	Não	218.438	-	1.918.920	-	-	2.142.215	-	144,75
6/8/2005	Sábado	Não	-	-	-	1.918.920	-	-	2.142.215	129,00
7/8/2005	Domingo	Não	-	-	-	-	1.918.920	-	-	113,25
8/8/2005	2a. feira	Não	-	2.177.552	-	-	-	1.918.920	-	146,25
9/8/2005	3a. feira	Não	2.036.848	-	2.177.552	-	-	-	1.918.920	148,50
10/8/2005	4a. feira	Não	801.143	798.630	-	2.177.552	-	-	-	149,25
11/8/2005	5a. feira	Não	-	-	798.630	-	2.177.552	-	-	147,00
12/8/2005	6a. feira	Não	-	1.456.656	-	798.630	-	2.177.552	-	141,75
13/8/2005	Sábado	Não	-	-	1.456.656	-	798.630	-	2.177.552	125,25
14/8/2005	Domingo	Não	-	801.143	-	1.456.656	-	798.630	-	110,25
15/8/2005	2a. feira	Não	-	-	801.143	-	1.456.656	-	798.630	138,75
16/8/2005	3a. feira	Não	296.642	-	-	801.143	-	1.456.656	-	142,50
17/8/2005	4a. feira	Não	246.901	296.642	-	-	801.143	-	1.456.656	143,25
18/8/2005	5a. feira	Não	-	-	296.642	-	-	801.143	-	142,50
19/8/2005	6a. feira	Não	-	-	-	296.642	-	-	801.143	142,50
20/8/2005	Sábado	Não	-	246.901	-	-	296.642	-	-	123,75
21/8/2005	Domingo	Não	-	-	246.901	-	-	296.642	-	109,50
22/8/2005	2a. feira	Não	-	-	-	246.901	-	-	296.642	139,50
23/8/2005	3a. feira	Não	-	-	-	-	246.901	-	-	139,50
24/8/2005	4a. feira	Não	2.136.197	-	-	-	-	246.901	-	139,50
25/8/2005	5a. feira	Não	-	-	-	-	-	-	246.901	139,50
26/8/2005	6a. feira	Não	-	-	-	-	-	-	-	133,50
27/8/2005	Sábado	Não	-	-	-	-	-	-	-	118,50
28/8/2005	Domingo	Não	-	-	-	-	-	-	-	100,50
29/8/2005	2a. feira	Não	-	2.136.197	-	-	-	-	-	139,50
30/8/2005	3a. feira	Não	2.181.734	-	2.136.197	-	-	-	-	139,50
31/8/2005	4a. feira	Não	1.879.401	-	-	2.136.197	-	-	-	145,50

3.3. Resultados obtidos com a metodologia sugerida

Após rodar a regressão, a primeira análise aponta para um modelo com um potencial de explicação bom, já que 79% (R-quadrado ajustado) da variação dos dados pode ser explicada. Neste caso, pode-se inferir a real influência das variáveis explicativas na quantidade de ligações e aceitar o modelo com elevada confiança (Nível de significância da estatística $F=0,0000$).

A contribuição de cada variável independente é expressa pelos coeficientes estimados, juntamente com os respectivos *p-values* (ou valores p), apresentados na tabela 2.

Ao analisá-la, é possível perceber um altíssimo valor p para a variável Chegada (C), indicando que a “quantidade de contas chegando ao cliente naquele dia específico” não pode ser vista como um bom previsor para o TMA na data em questão.

Apesar de ser uma variável crítica, ela deve ser retirada da análise, pois seu valor p está muito acima do razoável (10%) e porque o sinal do seu coeficiente angular (negativo) estaria indicando que o TMA em um determinado dia diminuiria para cada conta que chegasse ao cliente no dia em questão, constituindo um efeito contrário ao esperado.

As variáveis V - 3 e a V - 2 também apresentam valores p altos, indicando que a “quantidade de contas para as quais aquele dia específico corresponde a 2 ou 3 dias antes do vencimento” não pode ser vista como um bom previsor para o TMA. O efeito “pré-vencimento” para o TMA parece, então, começar de forma significativa apenas na véspera (V - 1).

Tabela 2 – Coeficientes estimados das variáveis independentes do modelo de regressão múltipla para prever o TMA na data em questão

	<i>Coeficientes</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	122,27	0,00%
Domingo	(15,17)	0,00%
2a. Feira	15,37	0,00%
3a. Feira	15,20	0,00%
4a. Feira	17,70	0,00%
5a. Feira	17,86	0,00%
6a. Feira	15,11	0,00%
Feriado	(29,20)	0,00%
Chegada (C)	(0,0000003)	68,35%
V - 3	0,0000008	29,97%
V - 2	0,0000011	16,89%
V - 1	0,0000016	3,44%
Vencimento (V)	0,0000029	0,01%
V + 1	0,0000026	0,12%
V + 2	0,0000022	0,36%

Assim como a variável Chegada (C), as variáveis V – 3 e V – 2 podem estar “poluindo” o modelo e convém retirá-las da análise. Sem ela, um novo modelo de regressão foi gerado, continuando com um bom potencial (R-quadrado ajustado = 79%).

Os coeficientes de regressão estimados, juntamente com os respectivos valores p, estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes estimados das variáveis independentes do modelo (sem C; V-3; V-2) de regressão múltipla para prever o TMA na data em questão

	<i>Coeficientes</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	122,64	0,00%
Domingo	(15,15)	0,00%
2a. Feira	15,36	0,00%
3a. Feira	14,96	0,00%
4a. Feira	17,33	0,00%
5a. Feira	17,84	0,00%
6a. Feira	15,03	0,00%
Feriado	(28,89)	0,00%
V - 1	0,0000012	6,96%
Vencimento (V)	0,0000031	0,00%
V + 1	0,0000032	0,00%
V + 2	0,0000024	0,04%

Como pode ser observado, os valores p das outras variáveis não mudaram muito e, para este modelo modificado, apenas uma variável apresenta coeficiente angular com valor p superior (mas não muito) a 5%: V – 1; ela, no entanto, será mantida no modelo, porque o valor p do seu coeficiente angular está abaixo de 10%.

Desta forma, a retirada das variáveis C, V - 3 e V – 2 foi benéfica ao modelo (tornando-o mais parcimonioso), permitindo uma interpretação dos coeficientes obtidos.

O primeiro coeficiente corresponde ao valor da variável dependente (no caso, o TMA) quando todas as variáveis independentes (inclusive as *dummy*) assumirem o valor zero; ou seja, quando domingo, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira,

feriado, C , $V - 3$, $V - 2$, $V - 1$, V , $V + 1$ e $V + 2$ forem zero – ou ainda, quando o dia for sábado, não feriado e não consistir de nenhuma data dentro do intervalo de 4 dias em torno do vencimento de alguma conta, o TMA previsto é de 122,64 segundos.

Esse número pode ser encarado como uma quantidade básica, à qual devem ser adicionados os efeitos da ocorrência das variáveis independentes, quantificados através dos seus respectivos coeficientes angulares.

Assim, o fato do dia ser domingo contribui com uma diminuição de 15,15 segundos no TMA previsto em relação ao número básico (122,64); o fato de o dia ser segunda-feira, com um aumento esperado de 15,36 segundos no TMA; do dia ser terça-feira, com um aumento de 14,96 segundos; de ser quarta-feira, com um aumento de 17,33 segundos; de ser quinta-feira, com 17,84 segundos a mais; e de ser sexta-feira, contribui com um aumento de 15,03 segundos na previsão do tempo médio de atendimento, em relação ao dia básico.

De forma análoga aos dias da semana, o fato de um dia ser feriado reduz em 28,89 segundos o TMA previsto. Essa grande redução (de até 30 segundos) no tempo médio de atendimento tanto para feriados como para finais de semana quando comparados aos dias úteis é um tanto quanto estranha. Em princípio, não foi possível especular os motivos que levariam a tal variação. A equipe de previsão foi indagada a respeito e também não foi capaz de justificar o fato. A investigação acerca de tais motivos pode constituir-se em um interessante objeto de pesquisa futura.

Em relação aos dias em torno da data de vencimento, os seguintes efeitos podem ser explicados: cada conta vencendo no dia seguinte (ou seja, para as quais a data em questão representa $V - 1$) aumenta em 0,0000012 segundo o tempo médio de atendimento; cada conta vencendo no dia em questão aumenta em 0,0000031 segundo o TMA; cada conta vencendo na véspera aumenta em 0,0000032 segundo essa grandeza; e cada conta vencendo na antevéspera aumenta em 0,0000024 segundo o tempo médio de atendimento.

Naturalmente, os coeficientes não têm apenas significado isolado, mas também podem e devem ser analisados em conjunto: se as conseqüências de todos os efeitos (dia da semana, ocorrência de feriado, data crítica em relação ao vencimento da conta) forem incorporadas ao valor previsto para um dia básico, será possível estabelecer uma equação para prever o TMA em um determinado dia em função das características da data em questão. Dessa maneira, a equação pode ser escrita da seguinte forma:

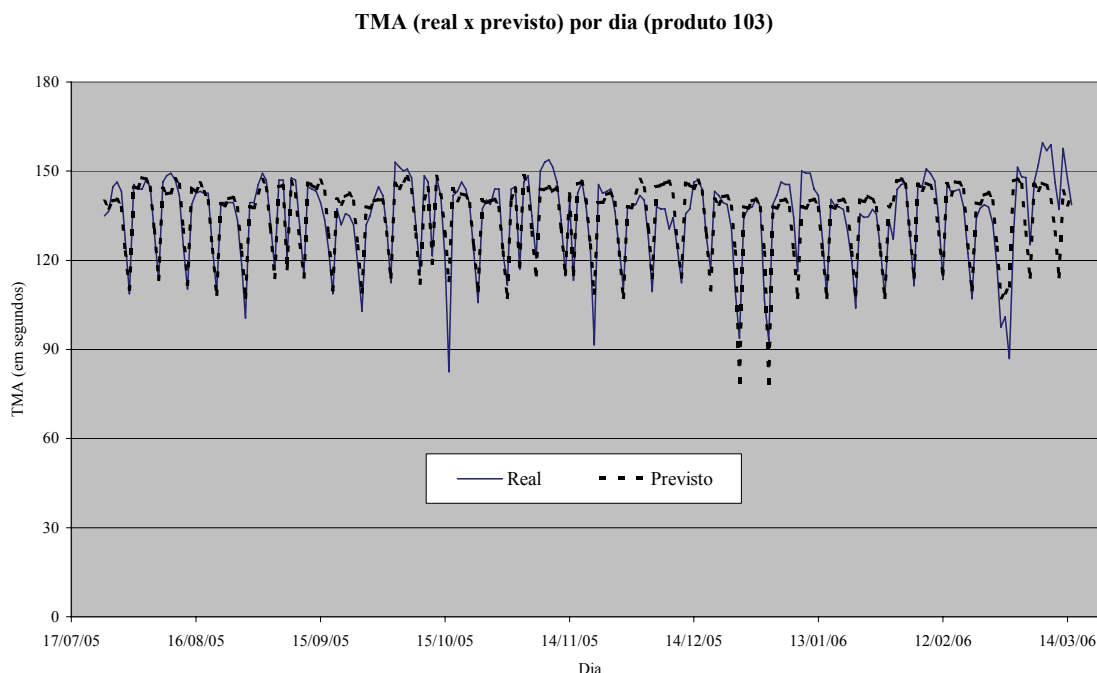
TMA (em segundos) = $122,64 - 15,15 \times \text{domingo} + 15,36 \times \text{segunda-feira} + 14,96 \times \text{terça-feira} + 17,33 \times \text{quarta-feira} + 17,84 \times \text{quinta-feira} + 15,03 \times \text{sexta-feira} - 28,89 \times \text{feriado} + 0,0000012 \times V - 1 + 0,0000031 \times V + 0,0000032 \times V + 1 + 0,0000024 \times V + 2$, onde:

- as 7 primeiras variáveis são do tipo *dummy*, assumindo o valor 0 (não) ou 1 (sim);
- as 4 últimas representam, respectivamente: a quantidade de contas vencendo 1 dia depois; no próprio dia; 1 dia antes; e 2 dias antes.

De posse dessa equação, então, é possível calcular quanto o modelo de regressão teria previsto para o TMA em cada um dos dias acerca dos quais o histórico disponibiliza o valor real desta grandeza. Desta forma, pode-se comparar os valores que teriam sido previstos com os que efetivamente ocorreram, de maneira que um erro de previsão possa ser mensurado. Essa comparação pode ser visualizada na figura 2.

A menos de alguns pontos específicos, pode ser percebida uma boa aderência visual do modelo em relação aos dados reais. Esta aderência foi aqui formalizada através do MAPE (*Mean Absolute Percentual Error* ou erro médio percentual absoluto).

Figura 2 – Valores reais (multiplicados por uma constante) e previstos (pelo modelo) do TMA por dia, julho de 2005 a março de 2006



A título de ilustração, a tabela 4 apresenta dados relativos ao mês de janeiro de 2006, onde constam a quantidade real de ligações, os valores que o modelo de regressão teria previsto para esta grandeza, assim como os erros percentuais absolutos oriundos desta previsão.

Em média, o modelo está incorrendo em um erro de previsão da ordem de 3,61%, um valor satisfatoriamente baixo. Antes de comparar esse valor com o erro obtido pelo processo-padrão de previsão, é válido lembrar, por exemplo, que, durante este processo, os analistas recebem os valores previstos pelo TotalView e acrescentam a eles os impactos esperados por eventos e premissas, como o comportamento do ciclo de contas e a ocorrência de feriados, assim como outros eventos especiais relacionados ao produto.

Ora, o modelo de regressão proposto visa substituir apenas os valores sugeridos pelo TotalView, acrescidos da influência dos feriados e do comportamento dos ciclos de contas; nunca foi a idéia substituir o papel do analista encarregado da previsão – dotado de toda a sua valiosa experiência e subjetividade – mas sim de fornecer-lhe um subsídio complementar para a tomada de decisão. Assim, e já que o analista estará apto a acrescentar aos valores sugeridos pelo modelo de regressão os impactos que julgar relevantes, é justo comparar os erros de previsão do modelo aqui proposto com os erros oriundos do módulo de previsão do TotalView, com o intuito de verificar a ocorrência ou não de melhorias no processo de previsão. Assim sendo, o erro médio (MAPE também) do TotalView para o mesmo período analisado foi de 5,58%, razoavelmente superior ao erro do modelo de regressão (3,61%).

Além disso, uma análise mais detalhada dos erros de previsão do modelo proposto revela que alguns dos dias mais difíceis de prever (maiores erros) consistem em feriados ou “quase-feriados”. Por exemplo, os dias 24/12/2005 e 31/12/2005 não foram classificados como feriados, mas, certamente também não são dias comuns e devem gerar um TMA diferente do de um dia-padrão. O problema é que o modelo de regressão não levou em conta isso, já que era possível classificar um dia apenas como sendo feriado ou não; e já que esses dias não eram efetivamente feriados, foram tratados pelo modelo como dias comuns.

Tabela 4 – Valores reais, previstos e erros do modelo de regressão múltipla para prever o TMA, janeiro de 2006

Dia	Dia da semana	Feriado ?	TMA (seg)	TMA (seg) (previsto pelo modelo)	Erro de previsão
1/1/2006	Domingo	Sim	93,00	78,60	15,5%
2/1/2006	2a. feira	Não	138,75	137,99	0,5%
3/1/2006	3a. feira	Não	141,75	137,60	2,9%
4/1/2006	4a. feira	Não	146,25	139,97	4,3%
5/1/2006	5a. feira	Não	145,50	140,48	3,5%
6/1/2006	6a. feira	Não	145,50	137,67	5,4%
7/1/2006	Sábado	Não	134,25	122,64	8,6%
8/1/2006	Domingo	Não	116,25	107,49	7,5%
9/1/2006	2a. feira	Não	150,00	137,99	8,0%
10/1/2006	3a. feira	Não	149,25	137,60	7,8%
11/1/2006	4a. feira	Não	149,25	139,97	6,2%
12/1/2006	5a. feira	Não	144,00	140,48	2,4%
13/1/2006	6a. feira	Não	141,75	137,67	2,9%
14/1/2006	Sábado	Não	126,75	122,64	3,2%
15/1/2006	Domingo	Não	108,00	107,49	0,5%
16/1/2006	2a. feira	Não	140,53	137,99	1,8%
17/1/2006	3a. feira	Não	138,33	137,60	0,5%
18/1/2006	4a. feira	Não	137,94	139,97	1,5%
19/1/2006	5a. feira	Não	137,13	140,48	2,4%
20/1/2006	6a. feira	Não	129,92	137,67	6,0%
21/1/2006	Sábado	Não	119,52	122,64	2,6%
22/1/2006	Domingo	Não	103,92	108,36	4,3%
23/1/2006	2a. feira	Não	135,62	140,21	3,4%
24/1/2006	3a. feira	Não	134,42	139,84	4,0%
25/1/2006	4a. feira	Não	134,69	141,70	5,2%
26/1/2006	5a. feira	Não	137,07	140,48	2,5%
27/1/2006	6a. feira	Não	135,58	137,67	1,5%
28/1/2006	Sábado	Não	122,99	122,64	0,3%
29/1/2006	Domingo	Não	107,68	107,49	0,2%
30/1/2006	2a. feira	Não	133,53	137,99	3,3%
31/1/2006	3a. feira	Não	127,10	140,22	10,3%

Problemas semelhantes (talvez em menor escala) certamente ocorreram em alguns dias do ano que consistiram em feriados locais, mas não nacionais. Como o modelo propõe uma previsão consolidada (nacional) do TMA, só foi possível considerar os feriados nacionais; o dia 20/01/2006 (feriado na cidade do Rio de Janeiro), por exemplo, teve uma alteração no TMA nacional provocada pela alteração no TMA na cidade mas, ao ser tratado como um dia normal pelo modelo, teve seu TMA mal estimado. Esse problema também se observa nos dias “enforcados” e “feriadões”, em que o TMA foge do padrão. Um problema ainda mais grave ocorreu com o dia 25/12/2005. Seu erro de previsão foi muito alto porque o dia em questão apresentava dois efeitos redutores de TMA, que foram “somados” pelo modelo de natureza aditiva: ser domingo e ser feriado. Mas o efeito de um dia ser feriado certamente é reduzido se ele cair em um domingo (ou sábado); e o modelo não levou isso em conta, até porque só é possível considerar um dia como sendo feriado ou não, e não como um “feriado moderado”.

Na verdade, esses problemas fizeram com que os erros de previsão aumentassem, mas isso não quer dizer que o processo futuro de previsão terá que incorrer nesses erros de grande magnitude quando ocorrerem dias “problemáticos”. Na prática, quando os analistas de previsão estiverem utilizando o modelo aqui proposto, eles poderão “manipular” os valores da variável *dummy* **feriado** para os dias problemáticos.

Assim, por exemplo, o dia 24/12 pode receber manualmente o valor 0,7 para a sua variável feriado, ao invés de ser tratado como um dia normal; o dia 20/01 pode receber o valor 0,4 da mesma forma; um feriado que caia num domingo pode ter o seu valor da variável feriado reduzido de 1 para 0,6.

Depois desta manipulação, basta considerar os *inputs* do setor de faturamento da Telemar (informações sobre os ciclos de contas) e usar a equação apresentada anteriormente para prever o TMA para o produto 103, a cada dia. Uma vez gerados os *outputs* da equação, os analistas podem incorporar os impactos esperados pelos eventos especiais (implantação de novos serviços; mudanças no roteiro de atendimento etc.) e, dessa forma, reduzir substancialmente os erros de previsão.

4. Conclusões

A indústria de *call centers* tem crescido bastante nos últimos anos, em particular no Brasil. O mercado doméstico movimenta acentuadas cifras financeiras. Boa parte dos custos envolvidos na administração das centrais de atendimento é oriunda dos recursos humanos. Por isso, é vital – do ponto de vista da competitividade do negócio – gerenciá-los de forma eficiente.

Paralelo a esse crescimento, o mercado vem experimentando um grande aumento na complexidade de suas operações, dificultando sua gestão sem o uso de ferramentas quantitativas adequadas.

Foi constatado que a ferramenta de previsão (TotalView) utilizada pela empresa estudada – a Contax – não leva em conta algumas informações que poderiam refinar o processo de previsão. Assim, no caso específico do produto 103 (serviços de telefonia fixa e problemas com a conta telefônica), não incluir – no processo de previsão – a ocorrência de feriados e datas de vencimento das contas dos clientes, resulta no desperdício de uma informação útil e de fácil acesso, capaz de reduzir os erros neste processo.

Levando estes efeitos em conta, foi desenvolvido um modelo de regressão múltipla (com variáveis *dummy*) para prever o tempo médio de atendimento (TMA) das chamadas. As previsões fornecidas pelo modelo de regressão foram comparadas aos dados reais e revelaram

uma acurácia superior àquela obtida apenas pelo TotalView. Além disso, a maneira como o modelo foi desenvolvido permite sua fácil incorporação ao processo de previsão da empresa.

Do ponto de vista metodológico, foi possível verificar que a “qualidade absoluta” de uma ferramenta consagrada é menos importante do que a adequação da mesma aos problemas da empresa e que, se tal ferramenta não utiliza informações disponíveis e indispensáveis para o processo de tomada de decisão, sua adequação passa a ser altamente questionável.

Finalmente, alguns tópicos não abordados no presente trabalho, representam potenciais oportunidades de estudo futuros, tais como:

- A consideração de regionalidades seria um aspecto interessante a ser tratado em estudos futuros. Por exemplo, o impacto na demanda decorrente de uma data representar o dia seguinte à chegada da conta telefônica para 200.000 clientes do Rio de Janeiro pode ser diferente do impacto proporcionado pela chegada da conta para 200.000 clientes da Bahia. Seria interessante a elaboração de um modelo capaz de levar em conta uma eventual diferença entre o comportamento cultural dos cariocas e baianos em relação à chegada da conta; e que não tratasse a demanda de forma consolidada nacionalmente e nem considerasse os impactos de forma homogênea.
- Outra sugestão consiste na elaboração de um modelo de previsão de demanda capaz de capturar, entender e prever os efeitos de uma possível sazonalidade ao longo do ano.
- Poder-se-ia também tentar desenvolver um modelo para a previsão intradiária do TMA, já que a equipe de planejamento da Contax mencionou a existência de uma certa volatilidade dessa grandeza ao longo do dia, além do fato da maioria dos *call centers* utilizar os blocos de 30 minutos como unidade básica de programação;
- A atual pesquisa revelou um comportamento inesperado do TMA em função da chegada das contas telefônicas à residência dos clientes: na verdade, uma surpreendente ausência de dependência. Seria necessária uma pesquisa qualitativa exploratória para tentar explicar esse comportamento inusitado, o que poderia acarretar uma melhoria na qualidade de futuras ferramentas de previsão.
- Os motivos que reduzem o TMA nos feriados e finais de semana (em até 30 segundos, quando comparados aos dias úteis) não foram descobertos e mereceriam ser investigados por meio de uma pesquisa mais profunda e qualitativa.
- Uma última sugestão aponta para a necessidade de extrapolar o uso dos modelos de regressão – como o aqui apresentado – para prever o TMA de outros produtos da própria Contax, como o Velox, OI, 102 ou suporte técnico.

Assim, quer pela sua crescente importância no ambiente de negócios, quer pela diversidade de problemas que apresenta, a gestão eficiente de *call centers* representa uma área fértil para a aplicação de ferramentas quantitativas para a sua melhor operação e planejamento.

Referências bibliográficas

- ALAM, M. Using Call Centers to Deliver Public Services. *House of Commons Paper*. London: The Stationery Office Books, 2002.
- BOUZADA, M. *O uso de ferramentas quantitativas em call centers – o caso Contax*. Tese (Doutorado em Administração de Empresas). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2006.

- CONTAX. *Contax Contact Center*. Disponível em: www.contax.net.br. Acesso em: 19 jul. 2006.
- GANS, N.; KOOLE, G.; MANDELBAUM, A. Telephone Call Centers: Tutorial, Review and Research Prospects. *Manufacturing and Service Operations Management*, 5 (2), p. 79-141, Apr-Jun 2003.
- GROSSMAN, T.; SAMUELSON, D.; OH, S.; ROHLER, T. Call Centers. In: GASS, S.; HARRIS, C. (ed.). *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001, p. 73-76.
- HALL, B.; ANTON, J. Optimize your call center through simulation. *Call Center Solutions*. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3877/is_199809/ai_n8808835. Sep, 1998.
- HANKE, J. *Business Forecasting*. New Jersey: Prentice Hall, 1992.
- HAWKINS, L.; MEIER, T.; NAINIS, W.; JAMES, H. Planning Guidance Document For US Call Centers. *Information Technology Support Center*. Maryland, 2001.
- KLUNGLE, R.; MALUCHNIK, J. The role of simulation in call center management. In: *Proceedings of the MSUG Conference*, Michigan, 1997.
- LEVINE, D.; BERENSON, M.; STEPHAN, D. *Estatística: Teoria e Aplicações*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000.
- MATAN, O.; NOURBAKHSI, I. Playing the Numbers: Using ACD Statistics for Workforce Management. *Telemarketing & Call Center Solutions*. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3700/is_199803/ai_n8796373. Mar 1998.
- MEHROTRA, V. Ringing Up Big Business. *OR/MS Today*, 24 (4), p.18-24, Aug 1997.
- MEHROTRA, V.; PROFOZICH, D.; BAPAT, V. Simulation: the best way to design your call center. *Telemarketing & Call Center Solutions*. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3700/is_199711/ai_n8778658. Nov 1997.
- OUTSOURCING. *Ranking*. Disponível em: www.callcenter.inf.br. Acesso em: 20 set. 2005.
- PIZZINATTO, N.; SPERS, E. Previsão de Vendas Cumulativas por Intervalo: um Estudo de Caso em Promoções de Bens de Consumo. In: *Anais do XXX EnANPAD*, Salvador, 2006.
- REYNOLDS, P. Forecasting Fundamentals: The Art and Science of Predicting Call Center Workload. *The Call Center School*. Disponível em: www.thecallcenterschool.com/tools/articles_detail.aspx?iid=480&tid=6. Feb 2005.
- SHEN, H.; BROWN, L. Nonparametric Regression and Confidence Bands with Lognormal Errors and Application to Bank Call Center Data. In: *Proceedings of the Joint Statistical Meetings*, New York, 2002.
- SILVER, M. *Estatística para Administração*. São Paulo: Atlas, 2000.
- WEINBERG, J.; BROWN, L.; STROUD, J. Bayesian Forecasting of an Inhomogeneous Poisson Process with Applications to Call Center Data. *Journal of the American Statistical Association*. 102 (480), p. 1185-1198, Dec 2007.
- WISE, R. The Visible Difference: Making Informed Decisions with Workforce Management. *IEX Corporation*. Disponível em: www.iex.com/white-papers/workforce-management-best-practices/the-visible-difference-making-informed-decisions-with-workforce-management.html. Nov 2006.