



## PREVENDO O TEMPO DE ATENDIMENTO EM UM CALL CENTER

Marco Aurélio Carino Bouzada<sup>1</sup>

1 Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial (MADE), Universidade Estácio de Sá

### RESUMO

Este trabalho descreve – a partir do estudo de um caso – 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 destacar e justificar a importância do tema, o estudo apresenta uma breve revisão da literatura acerca de métodos de previsão de demanda e de sua aplicação em *call centers*. O caso é descrito, inicialmente, contextualizando a empresa estudada e descrevendo, a seguir, 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 então desenvolvido para servir como base do processo de previsão proposto. Este modelo utiliza informações disponíveis capazes de influenciar o TMA, tais como o dia da semana, a ocorrência ou não de feriado e a proximidade da data com o vencimento da conta telefônica; e apresentou ganhos de acurácia da ordem de 2 pontos percentuais para o período estudado, quando comparado com a ferramenta anteriormente em uso.

**Palavras-chave:** *Call Center*; Tempo Médio de Atendimento; Previsão; Regressão Múltipla.

### 1. INTRODUÇÃO

*Call centers* consistem em centros operacionais, instalados para utilizar telecomunicação e tecnologias computacionais, a fim de 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 recebem ligações telefônicas de outras pessoas, normalmente clientes – ainda que potenciais, desejando 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).

Sakamoto (2001) define *call center* como sendo o lugar onde os chamados são feitos, ou recebidos, em grandes quantidades, que visa apoiar processos de vendas, *marketing*, serviços ao cliente, suporte técnico ou outra atividade específica. Já para Minghelli (2002), ele pode ser entendi-

do como um centro integrado de contato entre empresas e consumidores, estabelecido de forma remota e/ou virtual, a partir do uso da tecnologia.

Do ponto de vista operacional, um *call center* caracteriza-se, basicamente, por um conjunto de teleoperadores, reunidos em um espaço e interligados ao público de uma empresa por meio de sistemas de telefonia, recebendo e realizando ligações para atender, tirar dúvidas, ouvir reclamações, resolver problemas ou vender produtos e serviços. Do ponto de vista do negócio, um *call center* é um meio de relacionamento entre empresas e seus clientes, que tem como objetivos: estreitar esse relacionamento; melhorar, acelerar e desburocratizar processos; promover a fidelização do cliente com a empresa por meio das melhorias no atendimento; e aumentar receitas (Weisshuhn, 2004).

Bapat *et Pruitte Jr.* (1998) argumentam que o *call center* é a arma estratégica mais visível de uma empresa. É uma frente de batalha de negócios, onde milhões de dólares em produtos e serviços são comprados, vendidos e negociados. Também é um local onde milhares de clientes são conquis-



tados e perdidos instantaneamente. Como empresas líderes se tornam mais criativas em disseminar informação e agregar valor aos seus consumidores por meio de linhas telefônicas, é natural que elas visualizem o *call center* como seu ponto de acesso ao mercado.

Embora, por definição, o *call center* seja uma forma de relacionamento sem contato presencial, seu uso vem se tornando cada vez mais intenso por empresas de diversos setores da economia. A indústria, o comércio e uma infinidade de empresas de serviços utilizam-se deste tipo de recurso objetivando atender, vender, contatar e entender melhor seus clientes (Weissshuhn, 2004).

Segundo Azevedo et Caldas (2002), um *call center* consiste, por essência, em uma atividade do setor de serviços, que funciona como um elo entre a empresa e a sua base de clientes. Os autores acrescentam que as inovações tecnológicas nesse setor têm sido muito grandes, provocando uma reestruturação ampla no funcionamento dessas organizações.

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 espera-se que o 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 et al., 2006).

A indústria de *call centers* tem crescido bastante nos últimos anos, em particular no Brasil. O mercado doméstico já 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. Para tal, é possível escalar agentes baseando-se nas suas habilidades, em centrais com roteamento de chamadas, utilizando, por exemplo, técnicas de Pesquisa Operacional (Barbosa et Gomes, 2013). Uma acurada noção do comportamento da demanda de ligações torna-se, nesse caso, um insumo indispensável para um escalonamento eficiente dos agentes.

Mas 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* de funcionamento invisível para o usuário, não representam a melhor alternati-

va para os gerentes das centrais de empresas que visam ser bem sucedidas (Mehrotra et al., 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 consequente carga de trabalho, que precisam, então, ser estimados da forma mais realista possível. Essa necessidade confere à previsão de demanda de ligações 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 et Anton, 1998; Alam, 2002; Gans et al., 2003; Reynolds, 2005; Bouzada, 2006; Weinberg et al., 2006).

Desta forma, o seguinte problema de pesquisa se delinea: como prever o tempo médio de atendimento das chamadas feitas a uma central de atendimento?

Esse trabalho tem como objetivos descrever e atacar o problema de uma grande empresa brasileira de *call centers* que, apesar de dispor de uma série de informações potencialmente úteis para a tarefa de prever o tempo médio de atendimento (TMA) durante as chamadas, não consegue cumprir esta tarefa de forma satisfatoriamente acurada.

## 2. REVISÃO DA 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 frequentemente 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 *feeling* 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 et Spers, 2006).

Os supervisores dos *call centers*, responsáveis pelo seu planejamento operacional, precisam dimensionar eficiente-



mente as suas equipes de modo a proporcionar níveis de serviço satisfatórios a custos razoáveis, como o que foi realizado no trabalho de Barbosa *et Gomes* (2013). 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, questões a serem permanentemente abordadas neste tipo de negócio (Weinberg *et al.*, 2006; Klungle, 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 tanto o volume como 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 – para ser completa – deve incluir, além do volume de ligações, 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 *et Nourbakhsh* (1998), para gerar previsões acuradas acerca das chamadas, os gerentes dos *call centers* precisam agregar informações de várias fontes, desde estimativas 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 sido a abordagem mais utilizada para o tratamento da previsão em centrais de atendimento. No entanto, outros modelos foram aplicados com sucesso em alguns ambientes de *call center*, como, por exemplo, centrais de vendas baseando suas estimativas nas remessas de produtos recebidas e nas propagandas enviadas aos potenciais clientes. Em outras indústrias, ao invés de formatos teóricos prontos, modelos especialmente construídos para o caso em questão e modelos integrados – utilizando técnicas quantitativas e informações qualitativas – são bastante utilizados, muitas vezes prevendo de forma mais acurada, como no caso descrito no trabalho de Girardi *et al.* (2013).

Mas no caso dos *call centers*, a atividade de previsão é inerentemente difícil por causa do tamanho relativamente pequeno dos intervalos de tempo utilizados na prática. Técnicas estabelecidas, como o amortecimento exponencial de Winters e a regressão linear múltipla, são úteis para este tipo de negócio. Geralmente, usar uma abordagem apropriada irá reduzir consideravelmente 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 pouco organizado 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 estimado e a acurácia 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. Assim, um entendimento de 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 preditivo, 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 deste processo (Reynolds, 2005; Bouzada, 2006).

Além disso, a importância do processo de previsão pode ser compreendida pelo potencial impacto financeiro referente a erros de estimação, dimensionado como sendo da ordem de 6% do faturamento anual da empresa, segundo pesquisa no estudo de Veiga *et al.* (2012).

O tempo médio de atendimento é um dos alvos atacados pelo método proposto por Shen *et 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 *et al.* (2006) propõem, em seu artigo, um modelo multiplicativo para prever a demanda do *call center* de um banco comercial norte-americano. Adicionalmente, qualquer conhecimento anterior baseado em experiência passada do gerente pode ser incorporado ao modelo, assim como componentes observados somente *a posteriori*. Comparando as previsões para o dia seguinte fornecidas pelo modelo desses 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. Além disso, uma eventual ocorrência de multicolinearidade entre as variáveis



explicativas não prejudica a capacidade preditiva do modelo, causando apenas problemas quanto à sua parcimônia e de compreensão do real efeito das variáveis independentes sobre o comportamento da variável dependente (Silver, 2000; Levine *et al.*, 2000; Corrar *et al.*, 2007).

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo pode ser caracterizado, do ponto de vista da sua finalidade, como: aplicado, pois foi motivado pela necessidade de resolver um problema prático na operação de *call centers* – a previsão de demanda; e metodológico, já que elabora e propõe a implementação de uma ferramenta de previsão, que consiste em um instrumento de captação da realidade.

No que diz respeito aos meios, trata-se de um estudo de um caso único, uma vez que está restrito a apenas uma unidade (empresa), permitindo uma maior profundidade e um maior nível de detalhes durante a análise.

Inicialmente, a empresa que serviu de palco para a aplicação do estudo de caso foi apresentada de forma sucinta. Em seguida, foi descrito como a empresa realiza a previsão do tempo médio de atendimento das ligações, sem a utilização da ferramenta proposta neste artigo. O modelo aqui sugerido foi, então, construído, para prever o comportamento do tempo médio de atendimento (TMA) das ligações realizadas à central responsável por tratar dos problemas referentes à conta telefônica dos clientes.

Foi utilizada a Regressão Linear Múltipla para explicar o TMA em cada dia, em função da ocorrência de feriados, do dia da semana e da proximidade com a chegada e o vencimento da conta telefônica. Estes dados foram obtidos junto à empresa, juntamente com o TMA efetivamente ocorrido em cada dia do período compreendido entre 25/07/2005 a 15/03/2006.

No modelo de regressão, utilizaram-se variáveis *dummy* para representar os feriados e os dias da semana. O nível de 0,05 de significância foi utilizado na análise inferencial. Após o modelo final ter sido obtido, foram empreendidos esforços visando a sua validação, incluindo verificação dos resíduos e da sua autocorrelação serial, além de análises quantitativas e qualitativas dos erros de previsão.

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO

### 4.1 A empresa

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, a fim de ajudar seus clientes na gestão operacional do serviço de atendimento, agregando valor no relacionamento com os consumidores finais. No Brasil, atualmente, é a empresa de maior crescimento nessa indústria, tendo faturado R\$ 1.129 milhões em 2005, quase 60% mais do que no ano anterior. Caracteriza-se como 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.

A firma faz mais de 100 milhões de contatos por mês, por meio de telefone, correio, *e-mail*, torpedos, Internet e *chat*. São mais de 22 mil posições de atendimento e quase 50 mil funcionários distribuídos nas 16 centrais situadas em dez cidades brasileiras: Brasília, Salvador, Recife, Fortaleza, Porto Alegre, Belo Horizonte, Nova Lima (MG), Rio de Janeiro, Niterói (RJ) e São Paulo. Esta última cidade abriga o mais moderno complexo de *contact centers* da América Latina.

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: (i) 102 – que recebe ligações dos clientes que buscam auxílio à lista telefônica; (ii) Velox – que engloba o suporte técnico e o *help desk* para os clientes do serviço de Internet de banda larga da Telemar; (iii) 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; (iv) suporte técnico e reparo de defeitos da Telemar; e (v) OI – que abrange todo o atendimento para os clientes dos serviços de telefonia móvel da Telemar.

### 4.2 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 estejam 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 infraestrutura 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 preocupação 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. 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. A impressão 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 de demanda não leva em conta essas informações, revelando a existência de um potencial de melhoria no processo.

O primeiro passo do processo de previsão para este produto consiste na geração de uma estimativa 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, sendo 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 h - 11:00 h, 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 houver alguma informação contaminada por algum evento específico, como, por exemplo, uma 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 estimativa a partir do 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, como a segunda-feira de carnaval ou uma ocorrência diferente em algum sábado, por exemplo. A maneira de incorporar tais impactos depende do evento ser novo ou desconhecido e do prévio conhecimento das suas consequências.

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; mudanças no procedimento (roteiro de atendimento), que podem fazer com que o operador fale mais ou menos durante o atendimento; mudanças na Unidade de Resposta Audível (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 influenciado, segundo a equipe de previsão, pelos eventos de chegada da conta no(ao) destino e seu vencimento, datas em que haveria um acesso diferente ao serviço por parte dos clientes, para fins de esclarecimento e/ou reclamação.

Na verdade, durante todo o período de 4-5 dias em que a conta está com o cliente (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) à residência do cliente, na opinião da coordenação responsável pelo produto. Segundo os analistas, o impacto pós-vencimento existe quando o cliente que esqueceu de pagar a conta liga para saber como proceder, 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 a chegada da conta ao destino também deve ser considerada como um evento especial.

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: (i) recebe e avalia o cronograma da área de faturamento, com a quantidade de contas sendo postadas e vencendo em cada data; (ii) verifica no histórico o impacto dos eventos de chegada e vencimento das contas, para o ciclo, ou seja,



o agrupamento de contas em cada filial, em questão; (iii) acrescenta, por fora do *TotalView*, o impacto histórico desses eventos, como, por exemplo, 5% e 3%, respectivamente, ao TMA inicialmente previsto pela ferramenta; (iv) critica os resultados; e (v) retroalimenta 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.

### 4.3 O processo sugerido para a previsão do tempo médio de atendimento

#### 4.3.1 Proposição do processo

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 ideia consiste em se afastar mais dessa pós-análise não-metódica no Excel – que depende muito da intuição do analista – e poder contar com uma ferramenta necessária à equipe neste momento, usando as informações do faturamento no processo de elaboração das previsões, evitando assim, 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. Ou seja, a opinião dos especialistas não deve ser descartada; ela deve, sim, ser utilizada para enriquecer o modelo que busca, basicamente, tornar objetivas as informações subjetivas relevantes para o processo de previsão. 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. O *output* da ferramenta consistiria no tempo médio de atendimento 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 ideia é verificar a distância do dia específico em relação aos eventos especiais, a chegada e o 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**, ... e assim sucessivamente.

#### 4.3.2 Aplicação do modelo

De posse do cronograma de faturamento, fornecido pela equipe de previsão, para o período de julho de 2005 a março de 2006, foi possível consolidar as informações em termos da data de chegada e data de vencimento das contas, conforme apresentado parcialmente nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Para poder ser desenvolvido o modelo de regressão múltipla capaz de 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, mas apenas um comportamento errático, dispensando, assim, a necessidade de inclusão de uma variável associada à passagem do tempo.



**Tabela 1.** Contas agrupadas por data de chegada prevista, setembro a outubro de 2005

Data de Chegada Prevista	Total
06/09/05	3.360.569
13/09/05	801.143
14/09/05	432.670
15/09/05	709.437
26/09/05	1.315.342
27/09/05	820.855
28/09/05	1.555.097
29/09/05	2.506.038
04/10/05	1.808.735
05/10/05	1.167.447
07/10/05	800.105
11/10/05	1.890.364
18/10/05	709.437
26/10/05	1.731.518
28/10/05	587.118
<b>Total</b>	<b>20.195.875</b>

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

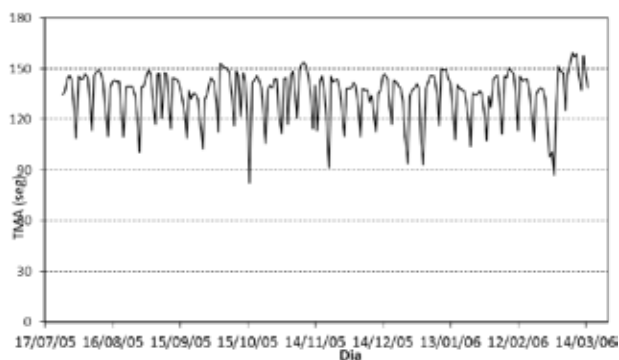
**Tabela 2.** Contas agrupadas por data de vencimento, setembro a outubro de 2005

Vencimento	Total
04/09/05	2.142.215
07/09/05	1.918.920
11/09/05	2.177.552
13/09/05	798.630
15/09/05	1.456.656
17/09/05	801.143
20/09/05	432.670
23/09/05	709.437
01/10/05	2.136.197
04/10/05	2.142.215
07/10/05	1.918.920
11/10/05	2.177.552
13/10/05	798.630
15/10/05	1.456.656
17/10/05	801.143
20/10/05	432.670
23/10/05	709.437
<b>Total</b>	<b>23.010.643</b>

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

De posse de todas essas informações, foi possível elaborar uma planilha 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: (i) dia da semana; (ii) feriado – se o dia específico consiste em um feriado ou não; (iii) chegada

(C) – quantas contas estão previstas para chegarem ao cliente no dia específico; (iv) vencimento (V) – quantas contas vencem no dia específico; (v) 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; (vi) V - 2 – para quantas contas aquele dia específico corresponde à antevéspera do vencimento; (vii) V - 1 – para quantas contas aquele dia específico corresponde à véspera do vencimento; (viii) V + 1 – para quantas contas aquele dia específico corresponde a 1 dia depois do vencimento, ou seja, quantas contas terão vencido na véspera daquela data específica; e (ix) V + 2 – para quantas contas aquele dia específico corresponde a 2 dias depois do vencimento. A Tabela 3 apresenta, em parte, a planilha de dados em questão.



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

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

Cabe salientar que as variáveis independentes dia da semana e feriado foram trabalhadas como sendo do tipo *dummy* (0 = Não; 1 = Sim). Foi criada uma variável *dummy* para a ocorrência de feriado e seis variáveis *dummy* para o dia da semana: **domingo**, **segunda-feira**, **terça-feira**, **quarta-feira**, **quinta-feira** e **sexta-feira**. É válido observar que são necessárias  $n-1$  variáveis *dummy* para representar uma variável qualitativa com  $n$  possíveis valores; ou seja, um dos possíveis valores precisa ficar de fora (no caso em questão, foi selecionado arbitrariamente o valor **sábado**). Dessa forma, para o dia 06/08/2005, por exemplo, a variável *dummy* **feriado** assumiu o valor 0; e as variáveis *dummy* **domingo**, **segunda-feira**, **terça-feira**, **quarta-feira**, **quinta-feira** e **sexta-feira** assumiram o valor 0, caracterizando, portanto e por exclusão, o dia em questão como sendo um sábado comum (não feriado).

Após rodar a regressão, a primeira análise aponta para um modelo com um potencial de explicação bom, uma vez que o R-quadrado ajustado indica que 79% da variação dos dados podem ser explicados. Neste caso, pode-se inferir a real influência das variáveis explicativas no tempo médio de atendimento e aceitar o modelo com elevada confiança, já que o valor  $p$  encontrado para a estatística F foi menor que 0,00001.



**Tabela 3.** Planilha de dados do modelo de regressão múltipla para prever o TMA, ago/2005

Dia	Dia da semana	Feriado ?	Chegada (C)	V - 3	V - 2	V - 1	Vencimento (V)	V + 1	V + 2	TMA (seg)
01/08/2005	2a. feira	Não	-	2.142.215	-	-	2.136.197	-	-	145,50
02/08/2005	3a. feira	Não	1.918.920	-	2.142.215	-	-	2.136.197	-	144,00
03/08/2005	4a. feira	Não	2.177.552	-	-	2.142.215	-	-	2.136.197	144,00
04/08/2005	5a. feira	Não	-	1.918.920	-	-	2.142.215	-	-	147,00
05/08/2005	6a. feira	Não	218.438	-	1.918.920	-	-	2.142.215	-	144,75
06/08/2005	Sábado	Não	-	-	-	1.918.920	-	-	2.142.215	129,00
07/08/2005	Domingo	Não	-	-	-	-	1.918.920	-	-	113,25
08/08/2005	2a. feira	Não	-	2.177.552	-	-	-	1.918.920	-	146,25
09/08/2005	3a. feira	Não	2.036.848	-	2.177.552	-	-	-	1.918.920	148,50
10/08/2005	4a. feira	Não	801.143	798.630	-	2.177.552	-	-	-	149,25
11/08/2005	5a. feira	Não	-	-	798.630	-	2.177.552	-	-	147,00
12/08/2005	6a. feira	Não	-	1.456.656	-	798.630	-	2.177.552	-	141,75
13/08/2005	Sábado	Não	-	-	1.456.656	-	798.630	-	2.177.552	125,25
14/08/2005	Domingo	Não	-	801.143	-	1.456.656	-	798.630	-	110,25
15/08/2005	2a. feira	Não	-	-	801.143	-	1.456.656	-	798.630	138,75
16/08/2005	3a. feira	Não	296.642	-	-	801.143	-	1.456.656	-	142,50
17/08/2005	4a. feira	Não	246.901	296.642	-	-	801.143	-	1.456.656	143,25
18/08/2005	5a. feira	Não	-	-	296.642	-	-	801.143	-	142,50
19/08/2005	6a. feira	Não	-	-	-	296.642	-	-	801.143	142,50
20/08/2005	Sábado	Não	-	246.901	-	-	296.642	-	-	123,75
21/08/2005	Domingo	Não	-	-	246.901	-	-	296.642	-	109,50
22/08/2005	2a. feira	Não	-	-	-	246.901	-	-	296.642	139,50
23/08/2005	3a. feira	Não	-	-	-	-	246.901	-	-	139,50
24/08/2005	4a. feira	Não	2.136.197	-	-	-	-	246.901	-	139,50
25/08/2005	5a. feira	Não	-	-	-	-	-	-	246.901	139,50
26/08/2005	6a. feira	Não	-	-	-	-	-	-	-	133,50
27/08/2005	Sábado	Não	-	-	-	-	-	-	-	118,50
28/08/2005	Domingo	Não	-	-	-	-	-	-	-	100,50
29/08/2005	2a. feira	Não	-	2.136.197	-	-	-	-	-	139,50
30/08/2005	3a. feira	Não	2.181.734	-	2.136.197	-	-	-	-	139,50
31/08/2005	4a. feira	Não	1.879.401	-	-	2.136.197	-	-	-	145,50

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

A contribuição de cada variável independente é expressa pelos coeficientes estimados, juntamente com os respectivos valores p, apresentados na Tabela 4. Observa-se 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 predictor 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 limite normalmente utilizado (0,05).

**Tabela 4.** Coeficientes estimados das variáveis independentes do modelo de regressão múltipla para prever o TMA na data em questão

	Coeficientes	valor-P
Interseção	<b>122,27</b>	<b>&lt;0,00001</b>
Domingo	<b>-15,17</b>	<b>&lt;0,00001</b>
2a. Feira	<b>15,37</b>	<b>&lt;0,00001</b>
3a. Feira	<b>15,20</b>	<b>&lt;0,00001</b>
4a. Feira	<b>17,70</b>	<b>&lt;0,00001</b>
5a. Feira	<b>17,86</b>	<b>&lt;0,00001</b>
6a. Feira	<b>15,11</b>	<b>&lt;0,00001</b>
Feriado	<b>-29,20</b>	<b>&lt;0,00001</b>
Chegada (C)	<b>-0,0000003</b>	<b>0,68355</b>
V - 3	<b>0,0000008</b>	<b>0,29973</b>
V - 2	<b>0,0000011</b>	<b>0,16894</b>
V - 1	<b>0,0000016</b>	<b>0,03437</b>
Vencimento (V)	<b>0,0000029</b>	<b>0,00009</b>
V + 1	<b>0,0000026</b>	<b>0,00116</b>
V + 2	<b>0,0000022</b>	<b>0,00362</b>

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

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 predictor para o TMA. O efeito pré-vencimento para o TMA parece, então, começar de forma significativa apenas na véspera (V - 1). Portanto, assim como a variável Chegada (C), as variáveis V - 3 e V - 2 não estão influenciando significativamente o TMA e convém retirá-las da análise. Sem elas, um novo modelo de regressão foi gerado, continuando com um bom potencial, já que 79% da variação dos dados podem ser explicados por ele.

Os coeficientes de regressão estimados, juntamente com os respectivos valores p, estão apresentados na Tabela 5. 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 0,05: V - 1; ela, no entanto, será mantida no modelo, porque o valor p do seu coeficiente angular está abaixo de 0,10. Desta forma, a retirada das variáveis C, V - 3 e V - 2 foi benéfica ao modelo, tornando-o mais parcimonioso e permitindo uma interpretação dos coeficientes obtidos.

O primeiro coeficiente corresponde ao valor da variável dependente TMA quando todas as variáveis independentes assumirem o valor zero; ou seja, quando domingo, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira, feriado, 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.

**Tabela 5.** Coeficientes estimados das variáveis independentes do modelo (sem C; V-3; V-2) de regressão múltipla para prever o TMA na data em questão

	Coeficientes	valor-P
Interseção	122,64	<0,00001
Domingo	-15,15	<0,00001
2a. Feira	15,36	<0,00001
3a. Feira	14,96	<0,00001
4a. Feira	17,33	<0,00001
5a. Feira	17,84	<0,00001
6a. Feira	15,03	<0,00001
Feriado	-28,89	<0,00001
V - 1	0,0000012	0,06957
Vencimento (V)	0,0000031	<0,00001
V + 1	0,0000032	<0,00001
V + 2	0,0000024	0,00036

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

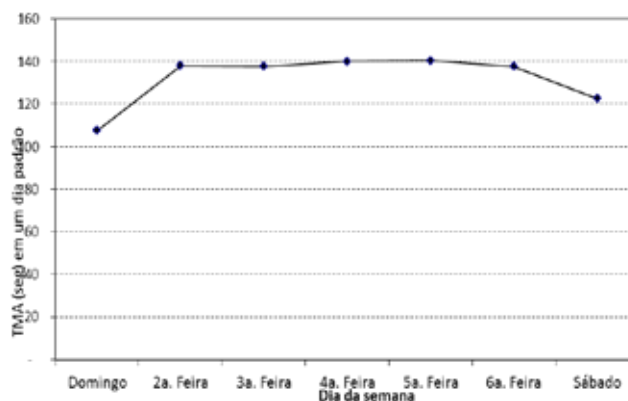
Esse número pode ser encarado como uma quantidade básica, à qual devem ser adicionados os efeitos da ocorrência das variáveis independentes, quantificados a partir dos seus respectivos coeficientes angulares. Assim, o fato do dia ser domingo contribui com uma diminuição de 15,15 segundos no TMA previsto em relação ao número básico; e assim sucessivamente, para os outros dias da semana. Com essas informações, é possível elaborar um gráfico, apresentado na Figura 2, que permite uma melhor visualização da sazonalidade do dia da semana, referente a todo o período da amostra coletada (julho de 2005 a março de 2006).

A evolução da demanda de ligações ao longo da semana, considerando dias sem a ocorrência de feriados e não próximos do vencimento de contas, começa com um valor baixo no domingo, apresentando um certo aumento na segunda-feira; a demanda vai se mantendo constante ao longo da semana, tendo uma queda razoável no sábado, antes de voltar ao patamar de domingo, ainda mais baixo.

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 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. Interpretação similar deve ser conduzida em relação aos dias que circundam a data do vencimento: 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; e assim sucessivamente, para os outros dias em torno do vencimento.

Naturalmente, os coeficientes não têm apenas significado isolado, mas também podem e devem ser analisados em conjunto: se as consequências dos efeitos dia da semana, ocorrência de feriado e 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, o tempo médio de atendimento pode ser previsto conforme a Equação 1.



**Figura 2.** Comportamento sazonal do dia da semana – modelo sem C, V-3 e V-2

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

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

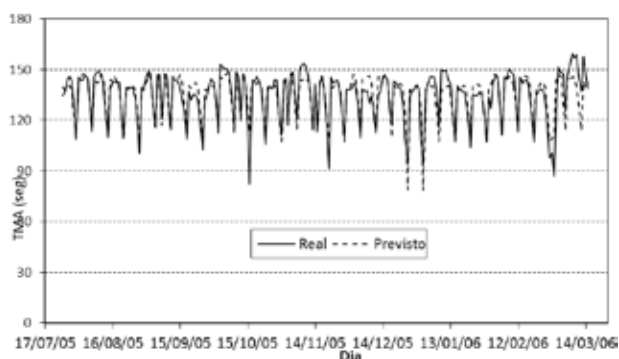
Dentre as variáveis da Equação 1 (destacadas em itálico), as sete primeiras são do tipo *dummy*, assumindo o valor 0 (não) ou 1 (sim). As quatro últimas representam, respectivamente: a quantidade de contas vencendo 1 dia depois; no próprio dia; 1 dia antes; e 2 dias antes.

#### 4.3.3 Considerações finais sobre o modelo obtido

De posse da Equação 1, 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 3.



A diferença entre os valores reais e os gerados pelo modelo também é conhecida como resíduo ou erro. Para ser usado um modelo de regressão múltipla, é necessário supor que a correlação entre os resíduos, ao longo do espectro das variáveis independentes, é zero; ou seja, que os resíduos são independentes entre si, não apresentando, conseqüentemente, autocorrelação serial (Corrar *et al.*, 2007). Segundo estes autores, uma forma de verificar a validade dessa suposição é por meio do teste de Durbin-Watson. No modelo que está sendo analisado, foi encontrado o valor 1,756 para a Estatística DW.



**Figura 3.** Valores reais multiplicados por uma constante e previstos pelo modelo para o TMA por dia, julho de 2005 a março de 2006  
Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

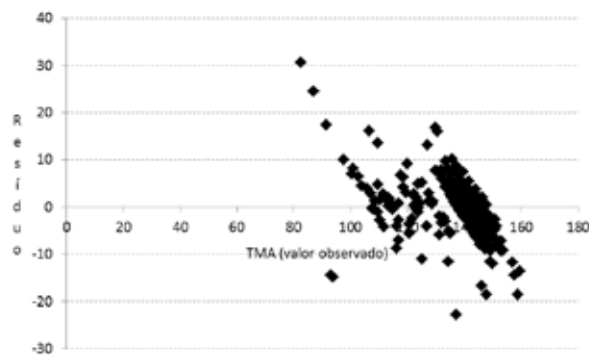
Para uma amostra de 234 dados, com 11 variáveis independentes, este valor encontrado para a estatística de teste (1,756) não revela evidência, a 0,05 de significância, de dependência entre os resíduos. O aspecto errático destes resíduos pode ser visualizado nas Figuras 4 e 5 a seguir, que os relacionam com os valores de TMA reais e previstos pelo modelo, respectivamente.

Já em relação à qualidade preditiva do modelo, a magnitude dos resíduos pode ser observada na Figura 6. Este histograma revela que a maior parte dos resíduos apresenta magnitude baixa, em torno do valor 0,0, e que houve uma baixa frequência de ocorrência de resíduos com magnitude absoluta maior do que 10 segundos.

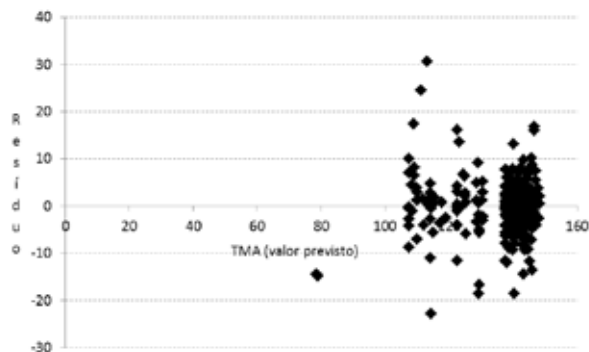
A Figura 3 anterior corrobora a percepção de baixa magnitude dos resíduos já que é possível perceber uma boa aderência visual dos valores previstos em relação aos dados reais. Esta aderência foi aqui formalizada por meio do *MAPE*, o *Mean Absolute Percentual Error* ou erro médio percentual absoluto. A Figura 7 a seguir apresenta estes erros médios de previsão para cada mês, dentro do período compreendido entre julho de 2005 e fevereiro de 2006.

Em média, o modelo está incorrendo em um erro de previsão da ordem de 3,61%, um valor razoavelmente baixo. Antes de compará-lo com o erro obtido pelo processo-padrão de previsão, é válido lembrar, por exemplo, que, durante este

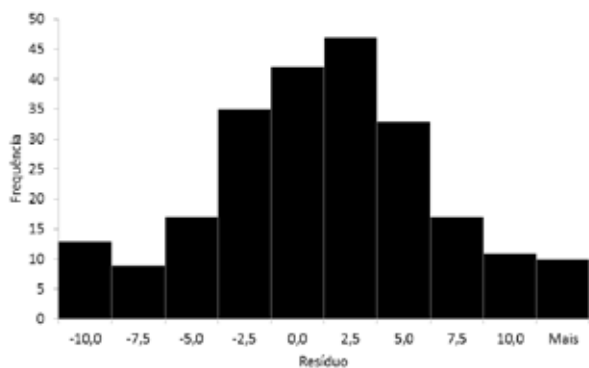
processo, os analistas recebem os valores previstos pelo *Total-View* e acrescentam a eles os impactos esperados por eventos e premissas, como o comportamento do ciclo de contas e a ocorrência de feriados, assim como outros eventos especiais relacionados ao produto, como o plano de minutos, campanhas na mídia e outros potenciais aspectos impactantes.



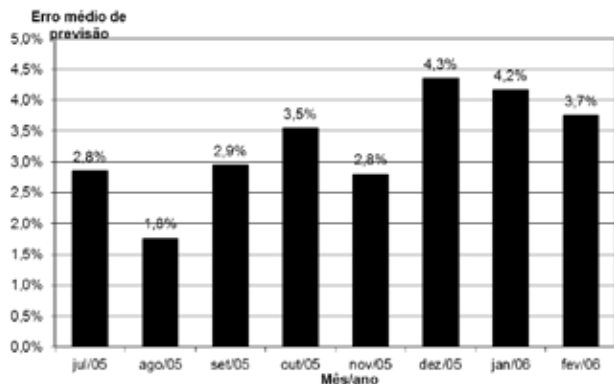
**Figura 4.** Resíduos do modelo versus valor observado do TMA, julho de 2005 a março de 2006  
Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)



**Figura 5.** Resíduos do modelo versus valor previsto para o TMA, julho de 2005 a março de 2006  
Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)



**Figura 6.** Histograma dos resíduos do modelo de previsão do TMA, julho de 2005 a março de 2006  
Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)



**Figura 7.** Erro médio mensal do modelo de regressão múltipla para prever o TMA, julho de 2005 a fevereiro de 2006

Fonte: O(s) próprio(s) autor(es)

No entanto, os valores obtidos por meio do modelo de regressão proposto visam substituir apenas as previsões sugeridas pelo *TotalView*, acrescidas da influência dos feriados e do comportamento dos ciclos de contas. A ideia não consiste em substituir o papel do analista encarregado da previsão, dotado de toda a sua valiosa experiência e subjetividade, mas sim em 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, parece mais razoável 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.

Isto posto, o *MAPE* obtido pelo *TotalView* para o mesmo período analisado foi de 5,58%, razoavelmente superior, portanto, aos 3,61% do modelo de regressão, que são ainda mais expressivos se comparados aos *MAPEs* encontrados por modelos de previsão disponíveis na literatura, como os analisados por Veiga *et al.* (2012) em seu estudo comparativo entre modelos, que experimentaram erros de previsão da ordem de 10%.

Adicionalmente, uma análise mais detalhada dos erros de previsão do modelo proposto revela que alguns dos dias mais difíceis de serem previstos e, portanto, com erros de previsão potencialmente maiores, consistem em feriados ou datas que se comportam quase como um feriado. Por exemplo, os dias 24/12/2005 e 31/12/2005 não foram classificados como feriados, mas certamente também não são dias comuns e, conseqüentemente, devem gerar um TMA diferente do de um dia-padrão. Mas o modelo de regressão não considerou esse fato, 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.

Problemas semelhantes, mas 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 do TMA, só foi pos-

sível considerar os feriados nacionais. Por exemplo, o dia 20/01/2006, um feriado local na cidade do Rio de Janeiro, 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 feriados prolongados e nos dias que se situam entre um feriado e o fim-de-semana, em que o TMA não segue o padrão de comportamento.

Um problema mais acentuado ocorreu no 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, na prática, o efeito de um dia ser feriado certamente é reduzido se se tratar de um domingo ou sábado; e o modelo não considerou este aspecto, até porque só é possível considerar um dia como sendo feriado ou não, e não como uma espécie de feriado moderado.

Na verdade, esses problemas fizeram com que os erros de previsão aumentassem, mas não necessariamente o processo futuro de previsão terá que incorrer nesses erros de grande magnitude quando ocorrerem dias com comportamentos diferentes. 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 diferentes do padrão. 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 (valor 0 para esta variável); o dia 20/01 pode receber o valor 0,4; um feriado em um domingo pode ter o seu valor da variável feriado reduzido de 1 para 0,6.

Depois desta manipulação, a equipe de previsão pode considerar as informações do setor de faturamento da Telemar sobre os ciclos de contas e usar a Equação 1 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, como implantação de novos serviços, mudanças no roteiro de atendimento etc. e, desta forma, reduzir os erros de previsão.

## 5. CONCLUSÕES

Paralelo ao crescimento que a indústria de *call centers* tem apresentado no Brasil e no mundo, esse tipo de negócio 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 considera algumas informações que poderiam refinar o processo de previsão. Assim, no caso específico do produto 103, que diz respeito a serviços de telefonia fixa e problemas com a conta



telefônica, a não inclusão da 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 de previsão. 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. Vale lembrar que esse modelo foi construído com o objetivo de complementar a experiência e a intuição dos especialistas da empresa.

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.

Algumas limitações referentes aos resultados da pesquisa precisam ser destacadas. Em primeiro lugar, a ferramenta de previsão proposta considera apenas informações referentes às características intrínsecas das datas consideradas na análise (como dia da semana, feriados e proximidade com o vencimento das contas telefônicas). Outros eventos especiais relacionados a datas específicas, mas não com um caráter intrínseco – como campanhas na mídia, crescimento de base e outros aspectos potencialmente impactantes na demanda – ainda precisam ser considerados “por fora” pelos analistas e inseridos manualmente na ferramenta.

Adicionalmente, a ferramenta em questão tratou os dias considerados na análise de forma binária (sim ou não) no tocante a consistirem ou não de feriados; ou seja, não foi considerado um meio-termo para essa questão, impossibilitando a ocorrência de “feriados menos intensos”, o que normalmente pode ocorrer com feriados locais ou com dias “imprensados” entre o feriado e o final de semana.

Outra limitação é decorrente da dificuldade de obtenção – junto à Contax – de dados mais recentes do histórico de demanda (volume de ligações e TMA) do produto 103; em vista disso, não foi possível verificar a qualidade do modelo de previsão a partir de dados que não foram usados para a construção do mesmo. Só foi possível mensurar sua funcionalidade em relação ao passado (período dos dados usados como *input*), mas não se o modelo vai funcionar bem em relação ao futuro (o que teria sido conseguido se o modelo pudesse ter sido aplicado a um período de dados diferente dos que foram usados para a sua concepção). Em outras palavras, o modelo pode ter se adequando bem a um conjunto específico de dados (datas), mas não foi possível generalizar tal adequabilidade.

Ainda a respeito da ferramenta de previsão proposta, não é razoável deixar de atentar para a não consideração de uma possível sazonalidade da demanda ao longo do ano. Pelo fato de o histórico de demanda disponível para a sua elaboração consistir de apenas alguns poucos meses, não foi possível para a ferramenta tentar capturar esse efeito sazonal. Mas não é sensato afirmar que ele não existe. Finalmente, alguns tópicos não abordados no presente trabalho representam potenciais oportunidades de estudos futuros, tais como:

- a consideração de regionalidades seria um aspecto interessante a ser tratado em estudos futuros, evitando que o TMA fosse abordado de forma consolidada nacionalmente;
- a elaboração de um modelo de previsão capaz de capturar, entender e prever os efeitos de uma possível sazonalidade ao longo do ano, além da já capturada sazonalidade ao longo da semana;
- informações referentes aos valores das contas telefônicas poderiam, se estiverem disponíveis, ser incorporadas ao modelo, já que parece razoável supor que clientes com maiores valores devidos tenham um atendimento mais demorado;
- 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 sugestão análoga diz respeito a investigar a surpreendente ausência de dependência do TMA em relação à chegada das contas telefônicas à residência dos clientes, encontrada nesta pesquisa;
- uma última ideia aponta para a possibilidade de tentar desenvolver um modelo para a previsão intradiária do TMA.

Assim sendo, quer pela sua crescente importância no ambiente atual 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

- Alam, M. (2002), Using Call Centers to Deliver Public Services: House of Commons Paper, The Stationery Office Books, London.
- Azevedo, M. et Caldas, M. (2002), “Seriam os call centers os sweatshops do século XXI?”, artigo apresentado no 3Es 2002: Encontro de Estudos Organizacionais, Recife, PE, 19-21 de Maio, 2002, disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/eneo2002-66.pdf> (Acesso em 10 de Junho de 2015).



- Bapat, V. et Pruitte Jr., E. (1998), "Using simulation in call centers", artigo apresentado na WSC 1998: Winter Simulation Conference (WSC) 1998, Washington, DC, 13-16 de Dezembro, 1998, disponível em: [http://dl.acm.org/ft\\_gateway.cfm?id=293496&ftid=26716&coll=DL&dl=ACM&CFID=518350936&CFTOKEN=20726649](http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=293496&ftid=26716&coll=DL&dl=ACM&CFID=518350936&CFTOKEN=20726649) (Acesso em 10 de Junho de 2015).
- Barbosa, L. et Gomes, C. (2013), "Escalonamento de agentes em call centers receptivos multilíngues utilizando Programação Inteira", artigo apresentado no SBPO 2013: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Natal, RN, 16-19 de Setembro, 2013, disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0118.pdf> (Acesso em 10 de Junho de 2015).
- Bouzada, M. (2006), O uso de ferramentas quantitativas em call centers: o caso Contax, Tese de Doutorado em Administração de Empresas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- Corrar, L., Paulo, E. e Dias Filho, J. (2007), Análise Multivariada para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Atlas, São Paulo, SP.
- Gans, N., Koole, G. e Mandelbaum, A. (2003), "Telephone Call Centers: Tutorial, Review and Research Prospects", Manufacturing and Service Operations Management, Vol. 5, No. 2, pp. 79-141.
- Girardi, G., Camargo, M. e Motta, M. (2013), "Previsão de vendas através de modelos integrados: o caso do setor têxtil de uma empresa", artigo apresentado no SIMPOI 2013: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, SP, 28-30 de Agosto, 2013, disponível em: [http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2013/artigos/E2013\\_T00356\\_PCN37906.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2013/artigos/E2013_T00356_PCN37906.pdf) (Acesso em 10 de Junho de 2015).
- Grossman, T., Samuelson, D., Oh, S. e Rohleder, T. (2001), "Call Centers", em Gass, S. et Harris, C. (Ed.), Encyclopedia of Operations Research and Management Science, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 73-76.
- Hall, B. et Anton, J. (1998), "Optimizing your call center through simulation", White Paper, disponível em: <http://www.erlang.com.br/artigos/Optimizing%20Your%20Call%20Center%20Through%20Simulation.pdf> (Acesso em 08 de agosto de 2009).
- Hanke, J. (1992), Business Forecasting, Prentice Hall, New Jersey.
- Hawkins, L., Meier, T., Nainis, W. e James, H. (2001), Planning Guidance Document For US Call Centers, Information Technology Support Center, Maryland.
- Klungle, R. (1997), "The role of simulation in call center management", White Paper, disponível em: <http://www.erlang.com.br/artigos/The%20role%20of%20simulation%20in%20call%20center%20management.pdf> (Acesso em 10 de junho de 2015).
- Levine, D., Berenson, M. e Stephan, D. (2000), Estatística: Teoria e Aplicações, LTC, Rio de Janeiro, RJ.
- Matan, O. et Nourbakhsh, I. (1998), "Playing the Numbers: Using ACD Statistics for Workforce Management", Telemarketing & Call Center Solutions, disponível em <http://www.encyclopedia.com/doc/1P3-33178823.html> (Acesso em 08 de agosto de 2009).
- Mehrotra, V. (1997), "Ringling Up Big Business", OR/MS Today, Vol. 24, No. 4, pp. 18-24.
- Mehrotra, V., Profozich, D. e Bapat, V. (1997), "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/](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3700/is_199711/ai_n8778658/) (Acesso em 08 de agosto de 2009).
- Minghelli, G. (2002), Call center: estudo de casos múltiplos em empresas de telefonia do estado do Rio Grande do Sul, Monografia de Bacharelado em Informática, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.
- Pizzinatto, N. et Spers, E. (2006), "Previsão de Vendas Cumulativas por Intervalo: um Estudo de Caso em Promoções de Bens de Consumo", artigo apresentado no EnANPAD 2006: Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, Salvador, BA, 23-27 de Setembro, 2006, disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad\\_2006/MKT/2006\\_MKT1734.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2006/MKT/2006_MKT1734.pdf) (Acesso em 10 de Junho de 2015).
- Reynolds, P. (2005), "Forecasting Fundamentals: The Art and Science of Predicting Call Center Workload", Technology Marketing Corporation, White Paper, disponível em: <http://www.tmcnet.com/channels/workforce-optimization/workforce-optimization-articles/forecasting-call-center-workload.htm> (Acesso em 08 de agosto de 2009).
- Sakamoto, K. (2001), Como implementar um call center, Happy Few, São Paulo, SP.
- Shen, H. et Brown, L. (2002), "Nonparametric Regression and Confidence Bands with Lognormal Errors and Application to Bank Call Center Data", artigo apresentado na JSM 2002: Joint Statistical Meetings, New York, NY, 11-15 de Agosto, 2002, disponível em: [http://www.researchgate.net/publication/268357933\\_Nonparametric\\_Regression\\_and\\_Confidence\\_Bands\\_with\\_Lognormal\\_Errors\\_and\\_Application\\_to\\_Bank\\_Call\\_Center\\_Data](http://www.researchgate.net/publication/268357933_Nonparametric_Regression_and_Confidence_Bands_with_Lognormal_Errors_and_Application_to_Bank_Call_Center_Data) (Acesso em 10 de Junho de 2015).
- Silver, M. (2000), Estatística para Administração, Atlas, São Paulo, SP.
- Veiga, C, Veiga, C., Vieira, G. e Tortato, U. (2012), "Impacto financeiro dos erros na previsão empresarial: um estudo comparativo entre modelos lineares e redes neurais", Revista Produção Online, Vol. 12, No. 3, pp. 629-656.
- Weinberg, J., Brown, L. e Stroud, J. (2006), Bayesian Forecasting of an Inhomogeneous Poisson Process with Applications to Call Center Data, University of Pennsylvania, Pennsylvania.
- Weissshuhn, W. (2004), Análise de custos na formação de preços em uma empresa de Call Centers: um estudo de caso, Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- Wise, R. (2006), "The Visible Difference: Making Informed Decisions with Workforce Management", IEX Corporation, White Paper, disponível em <http://www.iex.com/white-papers/workforce-management-best-practices/the-visible-difference-making-informed-decisions-with-workforce-management.html> (Acesso em 08 de agosto de 2009).