

# Simulação do Tempo de Espera em uma Central de Atendimento a Clientes

*Alexandre Pedott (PPGEP/UFRGS)*

*Luisa Mariele Strauss (UNISINOS)*

*Liane Werner (PPGEP/UFRGS)*

## Resumo

*Este artigo apresenta um estudo sobre a aplicação da simulação de Monte Carlo no dimensionamento de uma central de atendimento ao cliente. Os processos envolvidos no atendimento de clientes são descritos por variáveis aleatórias. A incerteza de ocorrência dos eventos dificulta a utilização de soluções analíticas para o problema. A simulação passa a ser uma alternativa viável para auxiliar a tomada de decisão dos gestores. Este trabalho usou a simulação de Monte Carlo para estimar o número de atendentes necessários para o atendimento de alunos em uma universidade privada, durante o período de matrículas.*

*Palavras-chave: Monte Carlo, Simulação, Call Center.*

## 1 Introdução

A qualidade no atendimento a clientes se tornou uma estratégia fundamental de negócio. A qualidade depende dos valores que os usuários atribuem aos produtos e serviços. Esses valores envolvem a percepção que o usuário tem sobre características de qualidade, confiabilidade e agilidade no uso dos produtos e na prestação dos serviços. Essas características são influenciadas por diversos fatores que compõem os processos desde a concepção e o desenvolvimento até a execução de um serviço.

A percepção do valor envolve a transformação que o serviço causa na vida do usuário. Características como inovação, cordialidade, competência, agilidade e utilidade são valorizadas na prestação de um serviço. Um serviço é avaliado pela validade de seus resultados e pela eficiência dos recursos usados. Deve haver um equilíbrio entre os custos e os benefícios da realização do serviço (ZARIFIAN, 2001).

Grandes empresas prestadoras de serviço utilizam centrais de atendimentos como estrutura para o contato com seus clientes. As centrais de atendimento se popularizaram com os chamados *call centers*. Uma central de call center pode ser entendida como um conjunto de operações para atender solicitações de clientes. As solicitações podem ser pedidos de produtos, informações, sugestões, reclamações e suporte técnico, por exemplo. As solicitações são recebidas por operadores ou atendentes. Os pedidos podem ser encaminhados presencialmente, ou por meios de telecomunicação, tais como telefone ou email (MANCINI, 2001; HAWKINS *et. al.* 2001).

Call centers são objetos de pesquisas em diversas áreas de conhecimento, tais como administração, psicologia e estatística. Na administração, são enfocados os estudos da organização e dos métodos usados. Na psicologia, os estudos envolvem os aspectos comportamentais e funcionais das atividades. A estatística aproveita a tecnologia empregada em centrais de call centers para a coleta e análise de dados representativos das características de qualidade esperadas pelos usuários (ZARIFIAN, 2001).

O tempo de espera para atendimento e o tempo de atendimento são características muito valorizadas pelos usuários das centrais. A complexidade das operações aumenta na medida em que novos produtos e serviços são desenvolvidos. O dimensionamento da capacidade de atendimento é uma etapa fundamental para assegurar o equilíbrio entre a qualidade dos resultados e a eficiência no uso dos recursos. É preciso planejar o número exato de atendentes e os recursos necessários para atender toda a demanda de serviço no momento em que ocorre (BOUZADA, 2006).

Em uma central de call center, o objetivo é atender o máximo de clientes com os recursos existentes. A maximização do atendimento envolve um determinado nível de padronização e automação das atividades. Além disso, é necessário manter a objetividade no negócio. Isto é, usar os recursos exclusivamente para o foco do negócio. Uma operadora de telefonia celular pode atender diariamente dezenas de milhares de ligações telefônicas em uma central de call center. Em uma central de atendimento presencial o volume de operações pode cair para algumas centenas de atendimentos (JOHNSTON e KLARCK, 2002).

A equalização entre os recursos disponibilizados e a demanda de atendimentos é dificultada pela incerteza. Não

existe certeza de quando a central receberá uma nova solicitação. Não existe certeza sobre o tipo de operação que será solicitada. E, por fim, o tempo necessário para realizar o atendimento também é desconhecido. Diante de tanta incerteza, é esperado que os fatores que influenciam o atendimento sejam representados por variáveis aleatórias. Nesse contexto, dispositivos e aparatos de monitoramento podem ser usados para a aquisição de dados de características relevantes. A qualidade é inversamente proporcional a variabilidade. Desde que a variação é a principal fonte para a baixa qualidade, técnicas estatísticas são mais indicadas para a análise dos dados (BOUSADA, 2006; MONTGOMERY, 2009).

A análise e a verificação da efetividade de propostas de melhoria podem ser realizadas através do método de simulação de Monte Carlo. Centrais de call center eficientes aplicam a simulação em seus processos de melhoria, e tomadas de decisões. Os modelos usados em simulação permitem uma descrição mais aproximada da realidade, quando comparados com métodos analíticos. Essa aproximação aumenta à medida que a complexidade do processo aumenta (variabilidade das chegadas das solicitações) (BOUSADA, 2006).

A inovação tecnológica aliada à importância dada ao atendimento ao cliente alavancou o uso da simulação em centrais de atendimento. A simulação torna o processo de análise mais tangível. Os modelos explicitam claramente as relações entre as solicitações, o fluxo do atendimento e os atendentes. Os programas computacionais suprimem o equacionamento matemático através de representações gráficas amigáveis. O resultado de uma simulação também pode ser usado para estimar a efetividade do atendimento, a sensibilidade das distribuições de tempos, taxas de desistências e tempo de aprendizado dos atendentes (MEHROTRA, 1997; MEHROTRA e FAMA, 2003).

A incerteza associada às variáveis que influenciam o atendimento em um call Center caracteriza um processo estocástico. Um processo estocástico é definido por um conjunto de variáveis aleatórias dependentes de uma variável exploratória, em geral o tempo. Processos estocásticos podem ser classificados em estados discretos e contínuos. E, em relação ao tempo: tempo discreto e tempo contínuo. Os processos estocásticos que mantêm seu comportamento constante ao longo do tempo são chamados de estacionários (CASELLA e ROBERT, 2004; ROSS, 2002; BIRGE, 1997).

O Método de Monte Carlo é uma abordagem da simulação voltada para processos estocásticos. Essa abordagem pode ser definida como a área da estatística que envolve o estudo dos números aleatórios. O Método de Monte Carlo visa obter dados para avaliar um sistema a partir do estudo de seus componentes. O desempenho do sistema pode ser avaliado a partir dos dados dos componentes, sem a necessidade de construí-lo. As características de desempenho de um sistema ou subsistema podem ser estimadas através da operação de um modelo (CASELLA e ROBERT, 2004; ROSS, 2002; BIRGE, 1997).

O objetivo geral deste trabalho é usar o método de Monte Carlo na tomada de decisão sobre o número de atendentes necessários em uma central de atendimento, durante o período de matrículas de uma universidade. O objetivo específico é identificar e modelar as distribuições de probabilidade das principais variáveis aleatórias do processo. O trabalho apresenta uma alternativa para aplicação de métodos científicos na tomada de decisões de centrais de atendimento ao cliente (CAC). Esse trabalho também se justifica devido ao aumento significativo do número de CAC e pela baixa qualidade dos serviços apontada pelos órgãos de defesa dos consumidores.

A seção 2 deste artigo apresenta a descrição do método de pesquisa. A seção 3 apresenta os resultados da simulação. A discussão e conclusão dos resultados foram descritas na seção 4.

## 2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido em uma CAC de uma universidade privada do estado do Rio Grande do Sul. A CAC é o principal canal de contato e interação entre a Universidade e seus clientes. São clientes da Universidade os alunos, ex e futuros alunos e escolas da região entre outros. Neste trabalho, todos os clientes foram denominados Alunos. O atendimento refere-se a assuntos ou encaminhamentos acadêmicos, financeiros e informações em geral, em todos os níveis de ensino: graduação, pós-graduação e extensão. O horário de atendimento é de segunda a sexta-feira, das 8h às 22h, e aos sábados, das 8h às 12h. A CAC disponibiliza os seguintes canais de atendimento: (i) call center; (ii) presencial; e (iii) email. Alguns tipos de solicitações são feitas durante todo o ano. Outros tipos ocorrem em períodos específicos, estabelecidos no calendário escolar da Universidade. É o caso de solicitações de bolsas, de matrícula, de ingresso extra vestibular e revisões de grau.

O acesso aos dados foi autorizado pela gestora da CAC. Através de uma entrevista individual, a gestora do CAC explicou o funcionamento da central e apresentou o problema de estudo. De acordo com a gestora, o período de

maior número de atendimentos, e, portanto o mais crítico, é aquele que compreende o período de matrícula dos alunos veteranos da graduação e o de ajuste desta matrícula. Os dados de atendimento foram fornecidos em planilhas eletrônicas, de acordo com os períodos críticos. Os dados foram tratados e analisados através dos programas computacionais de estatística SPSS e PROMODEL.

Foram adotados os seguintes procedimentos para o desenvolvimento deste trabalho: (1) descrição do problema; (2) coleta dos dados; (3) identificar as distribuições de probabilidade das variáveis; (4) definir o modelo do processo; (5) simular; e (6) analisar os resultados e usá-los.

A matrícula da graduação na Universidade compreende dois períodos distintos: (i) matrícula web e (ii) ajuste de matrícula. No período de matrícula, o aluno faz sua solicitação de matrícula no portal de internet, da Universidade. O aluno seleciona as disciplinas, turmas e horários desejados. No período de ajuste, o aluno ajusta sua matrícula, remanejando horários, inserindo ou excluindo turmas. Em função destas solicitações, outras demandas são geradas, tais como solicitações de dispensa de pré-requisitos, autorização de inclusão em turmas e dispensa de disciplinas. Assim, o atendimento de ajuste torna-se mais complexo. É necessário verificar todas as possibilidades de turmas e horários de todas as disciplinas, para atender o aluno da melhor forma possível.

Para ambos os períodos, a CAC mantém todos os canais de atendimento, mas faz uma adaptação para o atendimento presencial, com a criação de duas filas. A primeira fila, denominada normal, atende às solicitações referentes às matrículas dos alunos, tanto no período de matrícula web quanto no de ajuste de matrícula. Já na segunda fila, denominada rápida, são prestados todos os demais atendimentos. Para cada fila existe uma recepção, que faz uma triagem geral das solicitações, emitindo uma senha para o atendimento propriamente dito. Para o atendimento nestes períodos, a CAC aumenta o número de atendentes por turno. O aumento é alcançado através de: (i) horas extras para os funcionários da CAC; (ii) deslocamento de funcionários de outros setores; e (iii) contratação de funcionários temporários.

Foram coletados dados dos números e tempos de atendimento presencial do período de 10 de julho de 2008 até 23 de agosto de 2008. O período de matrícula web ocorreu de 10 a 17 de julho. O período de ajuste ocorreu de 18 de julho a 23 de agosto. Esse período pode ser dividido em dois momentos: antes e após o início das aulas, dia 04 de agosto. Os dados obtidos foram: (1) data do atendimento; (2) horário de chegada do aluno na recepção; (3) horário do início do atendimento (em que o atendente chama o próximo aluno); (4) horário do final do atendimento (em que o atendente encerra o atendimento); (5) identificação do atendente; e (6) tipo de atendimento (normal ou rápido).

Por restrição de acesso ao banco de dados, não foram coletadas as informações do call center. O atendimento por e-mail não foi considerado, visto que não demanda atendimento e resposta imediatos. O tempo de espera do aluno até a chegada à recepção não foi considerado. A CAC não monitora esse tempo, mas informa que não há espera para a obtenção da senha. As Figuras 1 a 5 apresentam os histogramas com as frequências de chegada, por hora, para o atendimento normal. As Figuras 6 a 10 apresentam os histogramas com as frequências de chegada, por hora, para o atendimento rápido.

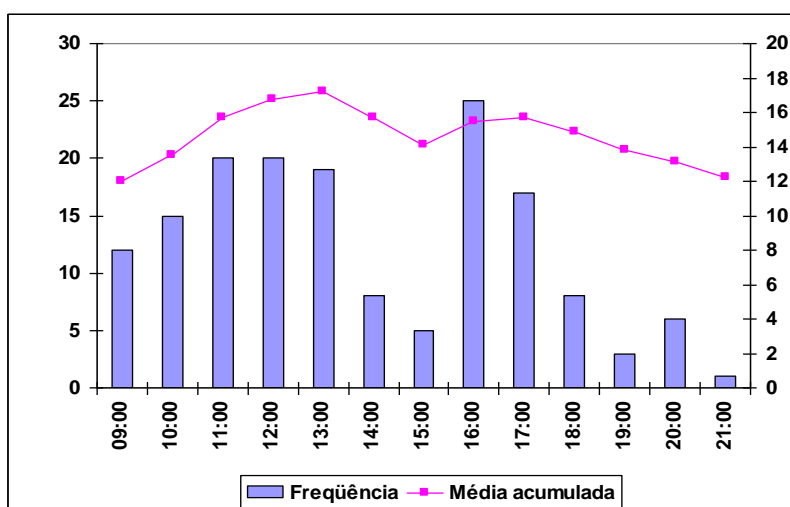


Figura 1: Número de atendimentos normal de 10 a 17/07

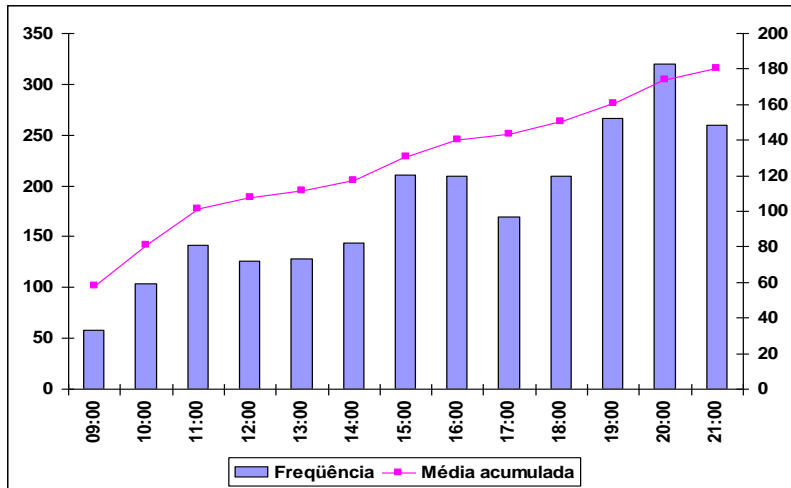


Figura 2: Número de atendimentos normal de 18/07 a 01/08

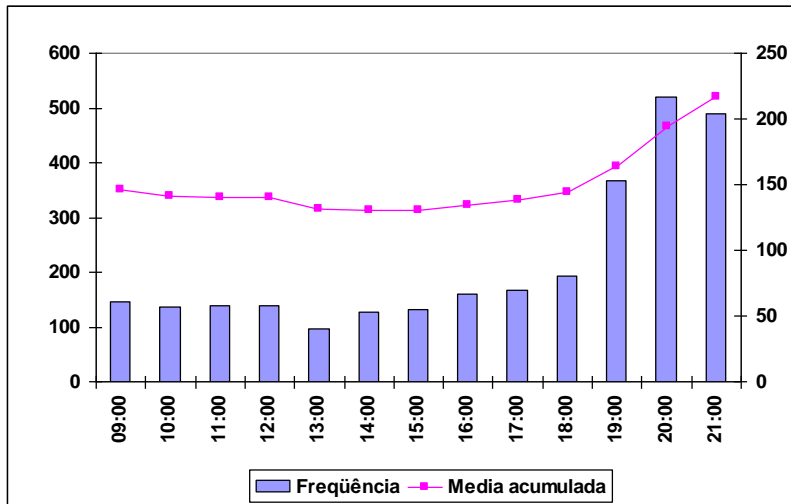


Figura 3: Número de atendimentos normal de 04 a 08/08

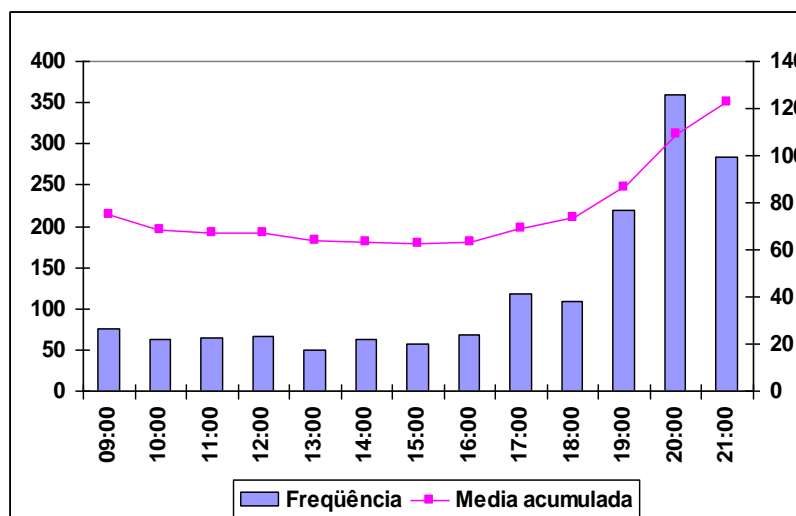


Figura 4: Número de atendimentos normal de 11 a 15/08

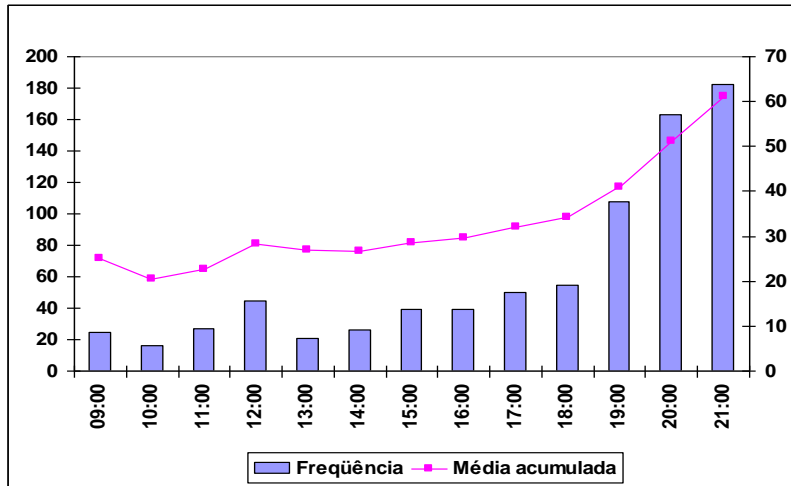


Figura 5: Atendimento normal de 18 a 22/08

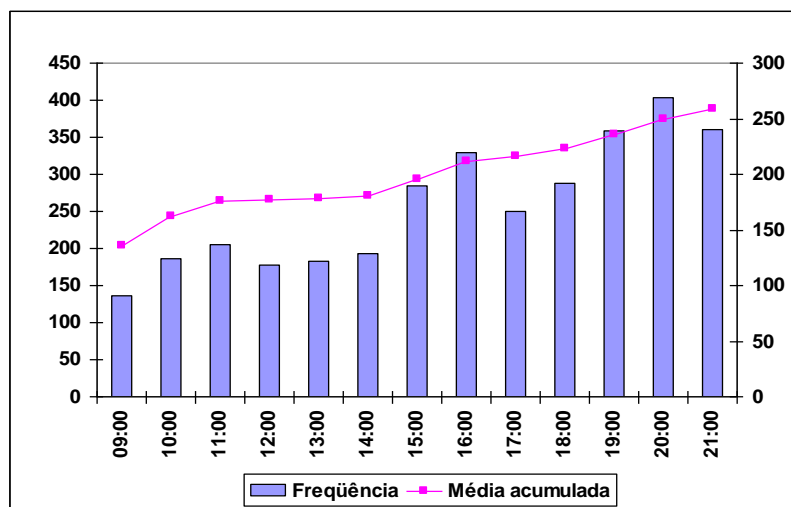


Figura 6: Atendimento rápido de 10 a 17/07

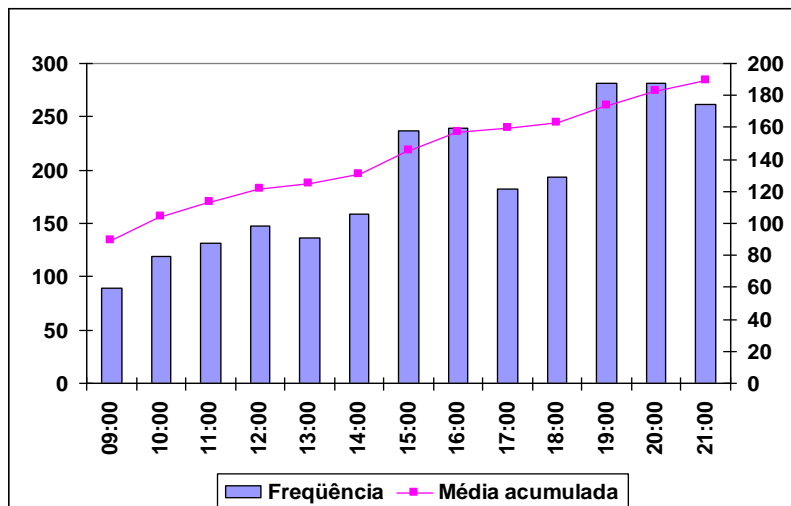


Figura 7: Atendimento rápido de 18/07 a 01/08

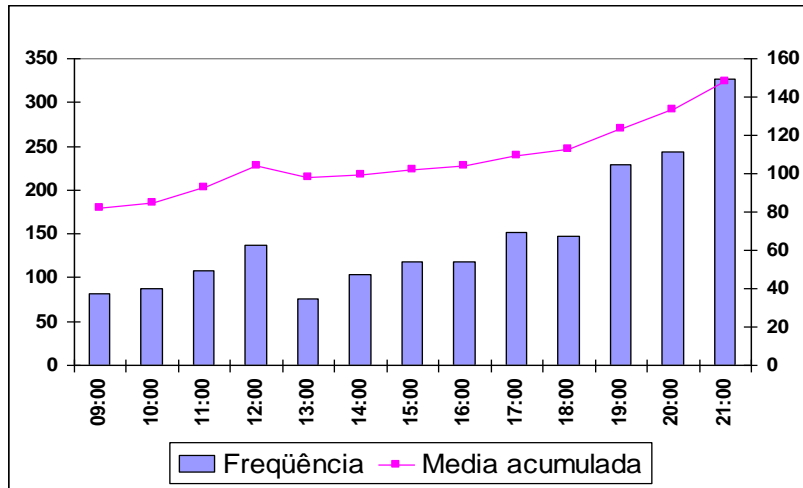


Figura 8: Atendimento rápido de 04 a 08/08

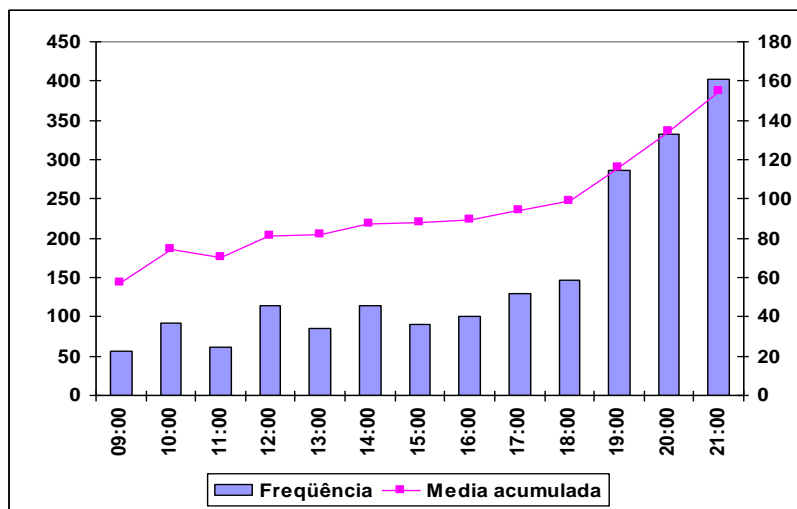


Figura 9: Atendimento rápido de 11 a 15/08

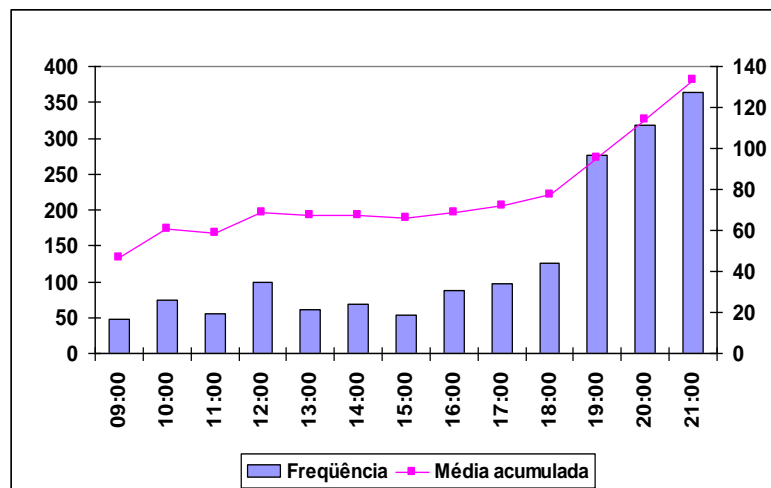


Figura 10: Atendimento rápido de 18 a 22/08

Os tempos de atendimento normal e rápido possuem distribuições distintas. As Figuras 11 (a) e (b) apresentam os histogramas do tempo de atendimento em minutos para os tipos normal e rápido, respectivamente. Os dados se referem a todo o período de análise. Foram desconsiderados os tempos referentes aos alunos que desistiram do atendimento. O pessoal da CAC acredita que as desistências ocorram com maior frequência próximo ao horário de início de aula.

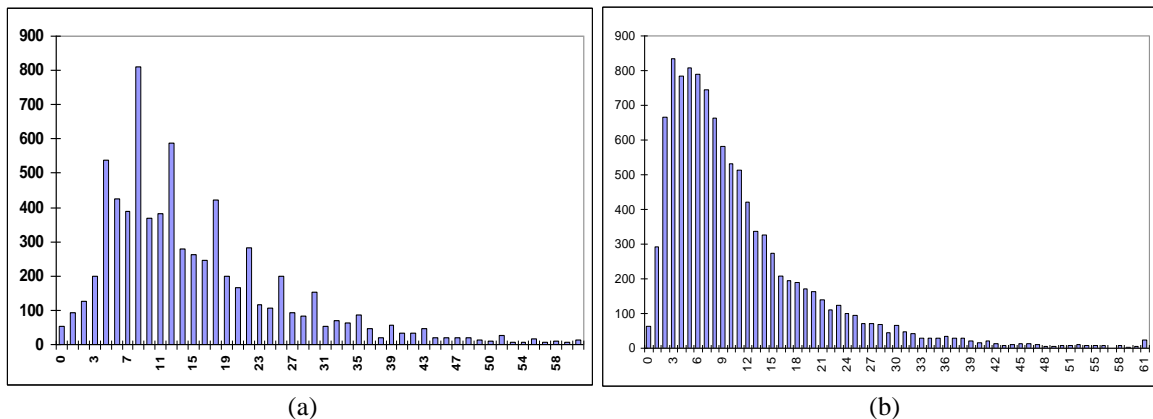


Figura 11: Histograma tempo de atendimento (a) normal e (b) rápido, em minutos

A Tabela 1 apresenta um resumo com as estatísticas do tempo de espera do aluno. Isto é, a diferença entre a chegada e o início do atendimento. O Quadro 1 apresenta um quadro com dois períodos de modelagem. A partir desses períodos foram construídos diferentes cenários. Os cenários foram configurados basicamente a partir de diferentes combinações no número de atendentes para cada tipo de atendimento.

Tabela 1 - Estatísticas do tempo de espera na fila (em minutos)

Atendimento Normal					
	10 a 17-07	18-07 a 01-08	04 a 08-08	11 a 15-08	18 a 22-08
Média	5,18	7,45	23,09	14,35	5,63
Mediana	4,00	4,00	15,00	8,00	2,00
Desvio padrão	4,72	8,37	22,67	16,77	7,33
Variância da amostra	22,26	70,03	513,7	281,2	53,6
Máximo	23	41	104	73	33
Contagem	158	2345	2813	1594	795
Atendimento rápido					
	10 a 17-07	18-07 a 01-08	04 a 08-08	11 a 15-08	18 a 22-08
Média	9,35	7,78	15,12	10,19	4,02
Mediana	8,00	4,00	12,00	6,00	2,00
Desvio padrão	8,10	8,77	13,61	10,94	5,76
Variância da amostra	65,5	77,0	185,4	119,7	33,2
Máximo	119	44	68	53	39
Contagem	3356	2455	1929	2011	1730

**Quadro 1** - Períodos modelados

	Período	Filas	
Período 1	De 18 de julho a 01 de agosto	Normal	Rápida
Período 2	De 04 a 08 de agosto	Normal	Rápida

Para cada período, foram modeladas quatro variáveis aleatórias: (i) chegadas na fila normal; (ii) chegadas na fila rápida; (iii) tempo de atendimento normal; e (iv) tempo atendimento rápido. As distribuições que melhores se ajustaram as variáveis e seus respectivos parâmetros são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2** – Distribuições de probabilidade e parâmetros ajustados

Período	Evento	Distribuição	Parâmetros			
			Normal		Rápido	
			8 - 18h	18 -22h	8 - 18h	18 -22h
Período 1	Chegada	Exponencial	3,565	2,453	3,633	2,667
Período 1	Atendimento	Gamma	(2,19; 7,75)			
Período 1	Atendimento	Lognormal	-		(2,28; 0,819)	
Período 2	Chegada	Exponencial	2,160	0,965	2,768	1,781
Período 2	Atendimento	Gamma	(2,41; 6,19)			
Período 2	Atendimento	Lognormal			(2,09; 0,791)	

O software usado para realizar as simulações foi o ProModel 5.0. A escolha do software ocorreu por sua flexibilidade e facilidade de modelagem. Para cada um dos períodos, foram feitas 30 rodadas de simulação. O principal indicador analisado foi tempo médio individual de espera em fila. Esse tempo está diretamente relacionado com a variável de decisão: o número de atendentes em cada fila. Como os atendentes da CAC podem desempenhar várias funções, o dimensionamento correto do número de atendentes é determinante para a qualidade do serviço prestado.

O modelo de simulação não considerou as seguintes situações: (i) Desistências; (ii) atendimentos aos sábados; (iii) intervalo para trocas de atendentes; e (iv) divisão de turnos de trabalho dos atendentes. Foram definidos diferentes cenários para cada período analisado. Os cenários são determinados, basicamente, pelo número de atendentes em cada uma das filas. Os resultados das simulações foram descritos nas Tabelas 3, 4, 5 e 6.

**Tabela 3** – Resultado da simulação, do Período 1, atendimento normal

Período	Tipo de Atendimento	Nº de Atendentes	Nº médio de Chegadas	Nº médio de Atendimentos	Tempo médio de espera (min)	Tempo médio de atendimento (min)
Período 1	Normal	4	268,33	196,57	78,69	16,84
		5	265,47	232,43	26,7	16,72
		6	270,8	255,67	9,96	16,65
		7	261,8	255,43	3,92	16,54
		8	264,2	261,93	1,82	16,67
		9	264,8	263,67	0,82	16,73
		10	267,33	266,87	0,2	16,56
		11	265,63	265,47	0,1	16,65



**Tabela 4** – Resultado da simulação, do Período 2, atendimento normal

Período	Tipo de Atendimento	Nº de Atendentes	Nº médio de Chegadas	Nº médio de Atendimentos	Tempo médio de espera (min)	Tempo médio de atendimento (min)
Período 2	Normal	9	528,53	426,37	24,15	14,59
		10	524,6	442,83	18,43	14,48
		11	522,27	460,27	14,07	14,64
		12	520,07	470,77	10,81	14,52
		13	526,9	488,03	8,86	14,51
		14	523,73	500,83	5,43	14,49
		15	520,93	505,67	3,4	14,56
		16	521,63	514,27	1,76	14,48

**Tabela 5** – Resultado da simulação, do Período 1, atendimento rápido

Período	Tipo de Atendimento	Nº de Atendentes	Nº médio de Chegadas	Nº médio de Atendimentos	Tempo médio de espera (min)	Tempo médio de atendimento (min)
Período 1	Rápido	1	255,33	252,73	3	2,28
		2	256,23	256,03	0,19	2,27
		3	255,73	255,73	0	2,27
		4	254,63	254,63	0	2,27

**Tabela 6** – Resultado da simulação, do Período 2, atendimento rápido

Período	Tipo de Atendimento	Nº de Atendentes	Nº médio de Chegadas	Nº médio de Atendimentos	Tempo médio de espera (min)	Tempo médio de atendimento (min)
Período 2	Rápido	1	350,17	329,23	10,25	2,09
		2	350,87	350,57	0,35	2,09
		3	355,27	355,13	0,05	2,08
		4	354,83	354,83	0	2,08

### 3 Discussão e Conclusão

A aplicação de métodos de simulação na gestão de centrais de atendimento ao cliente auxilia a tomada de decisões. O método matemático reduz os custos associados às tentativas e erros no dimensionamento e fluxo das tarefas. Muitas organizações de call center aplicam com sucesso métodos de simulação. A simulação é uma alternativa mais realista, considerando as simplificações e aproximações matemáticas. A disponibilidade de computadores e programas computacionais facilita e agiliza a obtenção dos resultados.

O sistema modelado neste trabalho apresenta simplificações que podem não ter capturado corretamente todos os aspectos relacionados à alocação dos atendentes. A CAC pesquisada aloca e remaneja os atendentes com maior flexibilidade que o modelo proposto. Trata-se de uma flexibilidade desejável para o sistema real, mas que

prejudica o modelo de simulação, pois é necessário: ou simplificar o modelo demais, ou torná-lo muito complexo. Por isso, esses resultados devem ser analisados com cautela, especialmente o atendimento rápido.

As distribuições ajustadas dos dados contribuem significativamente para o resultado. Limitações do sistema de medição podem provocar distorções indesejadas. Um exemplo de distorção está na precisão da medida, dada por minutos. Outro exemplo está relacionado gasto pelo aluno no deslocamento da recepção até a posição de atendimento. Tais limitações foram observadas na identificação da distribuição de dados que representou os tempos de chegada e de atendimento dos alunos.

Considerando um tempo de espera em fila não superior a 6 minutos, O número de atendentes para cada ajuste deve ser de 7 para o atendimento normal e 1 para o atendimento rápido, no período 1; e 14 para o atendimento normal e 2 para o atendimento rápido, no período 2.

O Gestor do CAC pode optar também por escalar apenas um atendente para o atendimento normal. Neste caso, quando o tempo de espera do atendimento rápido do período 2 ultrapassar os 6 minutos, desloca-se um atendente do atendimento normal para o rápido.

### **Referências Bibliográficas**

- BIRGE, J. R. 1997. Introduction to stochastic programming. New York: Springer.
- BOUZADA, M. 2006. Tese de Doutorado em Administração de Empresas. O uso de ferramentas quantitativas em call centers: o caso Contax. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD,
- CASELLA, G., ROBERT, C.P. 2004. Monte Carlo Statistical Methods, Springer Verlag, New York, 2nd Ed.
- HAWKINS, L.; MEIER, T.; NAINIS, W.; JAMES, H. 2001. Planning Guidance Document For US Call Centers. Maryland: Information Technology Support Center.
- JOHNSTON, R e KLARCK, G. 2002. Administração de operações de serviços. São Paulo: Atlas.
- MANCINI, L. 2001. Call Center: Estratégia para vencer. São Paulo: Companhia Nacional de Call Center.
- MARQUES, M., PHILIPPI, D., NASCIMENTO, G. 2001. Dimensionamento de Posições de Atendimento para Call Centers. Florianópolis.
- MEHROTRA, V. 1997. Ringing Up Big Business. OR/MS Today, 24(4).
- MEHROTRA, V.; FAMA, J. 2003. Call Center Simulation Modeling: Methods, Challenges and Opportunities. Winter Simulation Conference, 135-143.
- MONTGOMERY, D. C. 2009. Introduction to Statistical Quality Control. New York: John Wiley and Sons.
- ROSS, S. M. 2002. Probability models for computer science. San Diego: Harcourt Academic Press.
- ZARIFIAN, P. 2001. Valor, organização e competência na produção de serviço: esboço de um modelo de produção de serviço. Produção e Avaliação. São Paulo: SENAC.