



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Tatiana Annoni Pazeto

**METODOLOGIA PARA PLANEJAMENTO DE
CAPACIDADE DE *CALL CENTER***

Florianópolis
Dezembro 2000



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Tatiana Annoni Pazeto

METODOLOGIA PARA PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE DE *CALL CENTER*

*Trabalho Individual submetido à Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação*

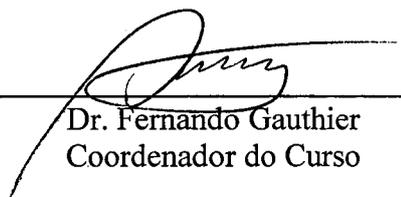
Orientador: Prof. Elizabeth Specialski

Florianópolis
Dezembro 2000

METODOLOGIA PARA PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE DE *CALL CENTER*

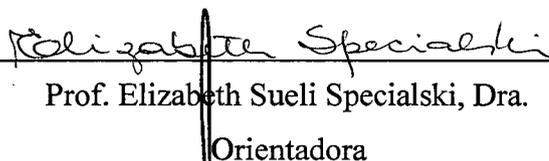
TATIANA ANNONI PAZETO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Computação, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação.



Dr. Fernando Gauthier
Coordenador do Curso

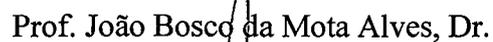
Banca Examinadora:



Prof. Elizabeth Sueli Specialski, Dra.
Orientadora



Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.



Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 CALL CENTER.....	15
2.1 ESTRUTURA DE UM <i>CALL CENTER</i>	15
2.2 NEGÓCIO DO <i>CALL CENTER</i>	19
3 PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE	23
3.1 ALGUMAS JUSTIFICATIVAS DO USO DE PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE	24
3.2 ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE.....	25
3.3 O PROCESSO DE PLANEJAMENTO	25
3.4 AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS FUTUROS – O ESPECTRO DAS PROBABILIDADES.....	26
3.5 PASSOS PARA PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE CAPACIDADE	27
3.5.1 <i>Entendimento do ambiente atual</i>	27
3.5.2 <i>Seleção de objetivos de desempenho</i>	28
3.5.3 <i>Previsão de cargas futuras</i>	28
3.5.4 <i>Avaliação de configurações futuras</i>	28
3.5.5 <i>Processo de gerenciamento contínuo</i>	29
3.6 DIFICULDADES EM PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE.....	29
3.7 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE	29
3.7.1 <i>Compreensão do Ambiente</i>	30
3.7.2 <i>Caracterização da Carga de Trabalho</i>	30
3.7.3 <i>Representação dos Componentes da Carga de Trabalho</i>	32
3.7.4 <i>Monitoração e Coleta de Dados</i>	32

3.7.5	<i>Validação dos Modelos de Carga</i>	33
3.7.6	<i>Previsão de Carga de Trabalho</i>	33
3.7.7	<i>Modelos e Previsão de Desempenho</i>	33
3.7.8	<i>Parâmetros de Estudo de Avaliação de Desempenho</i>	34
3.7.8.1	Parâmetros do Sistema	34
3.7.8.2	Parâmetros de Recursos	34
3.7.8.3	Parâmetros de Carga	34
3.7.9	<i>Modelos de Desempenho</i>	35
3.7.9.1	Modelos Analíticos	35
3.7.9.2	Modelos de Simulação	36
3.7.10	<i>Validação de Modelos de Desempenho</i>	36
3.7.11	<i>Modelos de Custos</i>	38
3.7.12	<i>Análise de Custo/Desempenho</i>	38
4	PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE DE CALL CENTER	39
4.1	COMPREENSÃO DO AMBIENTE	39
4.1.1	<i>Descrição dos Equipamentos da Estrutura do Call center</i>	41
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO	44
4.2.1	<i>Variações Sazonais</i>	44
4.2.2	<i>Variações Durante o Dia</i>	46
4.2.3	<i>Hora de Maior Movimento (HMM)</i>	47
4.2.4	<i>Variações com os Dias da Semana</i>	48
4.2.5	<i>Varição da Taxa de Chamadas</i>	49
4.2.6	<i>Varição da Duração das Chamadas</i>	49
4.3	MODELO DE CARGA	50
4.4	DIMENSIONAMENTO E PROJEÇÃO DE VOLUMES	53
4.4.1	<i>Conceito de Tráfego Telefônico</i>	62
4.4.2	<i>Registro de Ocupação de Órgãos ou Circuitos</i>	62
4.4.3	<i>Intensidade de Tráfego</i>	63
4.4.3.1	Intensidade de Tráfego Oferecido	63
4.4.3.2	Intensidade de Tráfego Cursado	63
4.4.4	<i>Tipos de Tráfego</i>	64
4.4.4.1	Demanda de Tráfego	64
4.4.4.2	Tráfego Oferecido	64
4.4.4.3	Tráfego Escoado ou Cursado	64
4.4.4.4	Tráfego Perdido	64
4.4.4.5	Tráfego de Transbordo	64
4.4.4.6	Tráfego Repetitivo	65
4.4.4.7	Tráfego de Conversação	65
4.4.4.8	Outras Denominações do Tráfego Telefônico	65
4.4.5	<i>Congestionamento</i>	65
4.4.6	<i>Grau de Serviço</i>	65
4.4.7	<i>Forma de Processamento</i>	66
4.5	DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E CALIBRAGEM DO MODELO DE CARGA	67
4.6	PREVISÃO DA CARGA DE TRABALHO	67
4.6.1	<i>O Processo de Planejamento</i>	68
4.6.2	<i>Níveis de Serviço</i>	69
4.7	MODELO DE DESEMPENHO	75

4.7.1	<i>Simulação</i>	77
4.7.2	<i>Metodologia de Simulação</i>	79
4.7.2.1	Fase de Planejamento.....	79
4.7.2.2	Fase de Modelagem.....	79
4.7.2.3	Fase de Verificação/Validação.....	79
4.7.2.4	Fase de Aplicação.....	79
4.7.2.5	Fase de Documentação.....	80
4.7.3	<i>CallSim</i>	80
4.7.4	<i>Descrição dos Módulos do CallSim</i>	81
4.7.4.1	Módulo CONFIG.....	82
4.7.4.2	Módulo SCHEDULE.....	82
4.7.4.3	Módulo CALL.....	82
4.7.4.4	Módulo PATTERN.....	82
4.7.4.5	Módulo SCRIPT.....	83
4.7.4.6	Módulo AGENT.....	83
4.7.4.7	Módulo ANIMATE.....	83
4.7.4.8	Módulo REPORT.....	83
4.7.5	<i>Projetos Fatoriais 2^K</i>	83
4.7.5.1	Projetos Fatoriais 2 ²	84
4.7.5.2	Computação de Efeitos.....	85
4.7.5.3	Método da Tabela de Sinais para Calcular Efeitos.....	86
4.7.5.4	Distribuição da Variação.....	87
4.8	DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E CALIBRAGEM DO MODELO DE DESEMPENHO	
	94	
5	CONCLUSÕES E SUGETÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXO	100

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ESTRUTURA DE UM CALL CENTER.....	16
FIGURA 3.1 - METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE.....	30
FIGURA 4.1 - ESTRUTURA DO CALL CENTER DO AMBIENTE ESTUDADO.....	41
FIGURA 4.2: GRÁFICO REPRESENTANDO O VOLUME DE CHAMADAS RECEBIDAS EM 1999 E 2000 POR MÊS:.....	45
FIGURA 4.3: VARIAÇÕES DURANTE O DIA.....	46
FIGURA 4.4: VARIAÇÃO DA HMM.....	48
FIGURA 4.5: VARIAÇÃO DOS DIAS DA SEMANA.....	49
FIGURA 4.6: MODELO GENÉRICO DE CARGA DE TRABALHO.....	51
FIGURA 4.7: MODELO DE CARGA DE UM SAC DE TRANSPORTES AÉREOS.....	52
FIGURA 4.8 – APRESENTAÇÃO DO CÁLCULO DAS NECESSIDADES PARA CONFECÇÃO DA ESCALA DE TRABALHO.....	57
FIGURA 4.9 – MODELO DE ESCALA DE TRABALHO.....	60
FIGURA 4.10 - PROCESSO BÁSICO DE SIMULAÇÃO DE UM CALL CENTER.....	81
FIGURA 4.11 - MÓDULOS DO CALL\$IM.....	81
FIGURA 4.12 - MÓDULO CONFIG.....	82
FIGURA 4.13 - MÓDULO PATTERN.....	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO	31
TABELA 4.1 - CONSIDERAÇÕES QUE PODEM LEVAR À ESCOLHA DA TÉCNICA UTILIZADA	76
TABELA 4.2 - PERFORMANCE EM MIPS	84
TABELA 4.3 ANÁLISE DE UM PROJETO 2 ²	85
TABELA 4.4 - MÉTODO DA TABELA DE SINAL DE CÁLCULO DE EFEITOS EM UM PROJETO 2 ²	86
TABELA 4.5 - FATORES USADOS NA INTERCONEXÃO DA REDE EM ESTUDO	89
TABELA 4.6 - RESPOSTA DAS MEDIDAS NA INTERCONEXÃO DA REDE EM ESTUDO	89
TABELA 4.7 - EFEITOS MEDIDOS PARA A INTERCONEXÃO DE REDE EM ESTUDO	89
TABELA 4.8 – VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO	91
TABELA 4.9 – VALORES OBTIDOS NA SIMULAÇÃO DO PARÂMETRO TEMPO NO CALL CENTER	91
TABELA 4.10 – VALORES OBTIDOS PARA O FATOR TEMPO NO CALL CENTER	92
TABELA 4.11 – VALORES OBTIDOS PARA O FATOR UTILIZAÇÃO DA URA	92
TABELA 4.12 – VALORES OBTIDOS PARA O FATOR UTILIZAÇÃO DO GRUPO DE AGENTES GENÉRICOS	93
TABELA 4.13 – VALORES OBTIDOS PARA O FATOR UTILIZAÇÃO DO GRUPO DE AGENTES ESPECIALISTAS	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABT	Associação Brasileira de <i>Telemarketing</i>
AMO	Acesso Móvel em Operação
ANATEL	Agência Nacional de TELEcomunicações
ASA	<i>Average Speed of Answer</i>
CPU	Unidade de Processamento Central
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CTI	Integração Telefone Computador
DAC	Distribuidor Automático de Chamadas
DS	Demanda de Serviço
ERB	Estação Rádio Base
HLR	<i>Home Location Register</i>
HMM	Hora de Maior Movimento
IC	Intensidade da Carga
I/O	<i>Input/Output</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LP	<i>Long Player</i>
PA	Posição de Atendimento
PABX	Private Automatic Branch Exchange
QoS	Qualidade de Serviço
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente
SMC	Serviço Móvel Celular
TI	Tecnologia da Informação
TMA	Tempo Médio de Atendimento
URA	Unidade de Resposta Audível

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para o planejamento da capacidade de um *call center*, considerando os índices de desempenho definidos pela Agência Nacional de TELEcomunicações (ANATEL) para a prestação de serviços de telecomunicações.

Apresenta-se um estudo das tecnologias e equipamentos envolvidos na composição de uma central de atendimento e uma análise das variáveis relevantes para o dimensionamento e projeções de volumes de chamadas.

Um estudo de caso, considerando um *call center* de uma empresa de telefonia celular, ilustra a metodologia proposta.

ABSTRACT

The present work shows a planning capability method for a call center, considering the performance ratings defined by Telecommunications Services Company (ANATEL).

It is based upon studies of tools and technologies used on a call center facilities, and the analysis of relevant variables in order to size up and project its call volume.

A case study is given, showing the methodology herein proposed, into a mobile telephone company call center.

1 Introdução

Com a privatização das empresas de telecomunicações e a liberação pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) das novas faixas de frequência, as operadoras estão buscando cada vez mais alternativas que aumentem suas receitas sem esquecer do bom relacionamento com os clientes.

A globalização e a competitividade fez com que muitas empresas procurassem um diferencial, sendo ele a qualidade e agilidade nos serviços prestados. Desta forma, os Serviços de Atendimento ao Cliente (SAC's) tornaram-se *call centers*, que em breve serão substituídos por *Contact Centers*, uma vez que o cliente poderá tirar suas dúvidas, solicitar serviços e informações, não apenas pelo telefone [LOS99].

Assim, as empresas estão voltando a pensar como os antigos empresários, que conheciam e se antecipavam às necessidades dos clientes. A palavra fidelização de clientes está em voga, bem como a filosofia *Customer Relationship Management* (CRM).

Desta forma, as empresas estão evoluindo e procurando implementar *call centers*, *datawarehouse*, *datamining*, CRM para conseguir atender às necessidades de seus clientes. Contudo, o mais fácil de ser implantado e que traz um retorno rápido são os *call centers*. Esses integram vários hardwares e softwares, como PABX, Distribuidor Automático de Chamadas (DAC), Unidade de Resposta Audível (URA), Integração Telefone Computador (CTI), *Predictive Dialer*, servidor de fax, entre outros.

Contudo, para que estas ferramentas sejam bem utilizadas faz-se necessário um planejamento de capacidade do *call center* em estudo. Como há algumas diferenças entre planejamento de capacidade de sistemas e planejamento de capacidade de centrais de atendimento, este trabalho se propõe a apresentar uma metodologia para execução

desta tarefa. Para exemplificar a metodologia, utiliza-se o estudo de caso de um *call center* de uma empresa de telecomunicações.

Para valorizar ainda mais o trabalho, no capítulo 4, apresenta-se um estudo sobre dimensionamento, que consiste basicamente na alocação dos atendentes em suas posições de atendimento. Porém, para que esta etapa pudesse ser realizada, fez-se necessário a projeção de volumes de chamadas recebidas. O trabalho também exigiu que fosse feita a caracterização da carga de trabalho, bem como o cálculo das necessidades, que consiste em tabelas disponibilizadas pelo dinamarquês Erlang.

A validação das previsões futuras foi realizada através do emprego da ferramenta Call\$im [ARE95]. Esta é um template do Arena, específico para simulações de call centers.

1.1 Objetivos

Como principais objetivos a serem alcançados com a realização deste trabalho, pode-se citar:

- Analisar o dimensionamento do *call center* de uma empresa de telecomunicações, o qual é tarefa realizada pelo setor de tráfego;
- Inferir tendências futuras do *call center* em estudo;
- Identificar novas tecnologias para *call center*;
- Planejar uma melhor distribuição para os atendentes;
- Identificar e descrever os equipamentos e ferramentas que compõem um *call center*.

1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- Identificar as variáveis que mais influenciam no planejamento de capacidade do *call center*;
- Verificar se com a infra estrutura existente a empresa conseguirá atender futuramente os requisitos de qualidade impostos pela ANATEL;
- Analisar se a empresa tem capacidade de atender a demanda, uma vez que em trabalhos anteriores só foram consideradas como chamadas abandonadas aquelas que chegaram ao *Private Automatic Branch Exchange* (PABX), desconsiderando as chamadas abandonadas no caminho entre a rede pública e o PABX.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

No capítulo 2 apresenta-se uma definição para *call center*, relatando de forma sucinta seus componentes. Também mostra o negócio do *call center*, ou seja, quais os motivos e etapas para o funcionamento eficiente e eficaz do mesmo.

O capítulo 3 refere-se ao planejamento de capacidade de sistemas, apresentando uma metodologia para elaboração do modelo de carga, desempenho e custo.

O capítulo 4 refere-se ao planejamento de capacidade de *call center*, apresentando uma metodologia para confecção do modelo de carga e desempenho. Assim, o mesmo contempla o dimensionamento e projeções de volumes da central. Esta metodologia é aplicada apresentando a infra estrutura da central de atendimento em estudo.

No capítulo 5, faz-se a apresentação das conclusões, bem como algumas sugestões para trabalhos posteriores.

Por fim, no capítulo 6, descreve-se as referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho.

2 *Call center*

No presente capítulo, apresenta-se a estrutura de um *call center*, seus componentes básicos e facilidades opcionais, além dos serviços desempenhados e da importância que este possui em uma empresa. Também será visto neste capítulo o negócio do *call center*, ou seja, como pode-se transformar uma simples central de atendimento em uma central de retenção e fidelização de clientes.

2.1 *Estrutura de um Call Center*

Para muitas empresas, o *call center* é a primeira, e muitas vezes a única forma de contato direto com seus clientes, a cada instante mais sofisticados e exigentes. Para tanto, os agentes devem estar bem treinados para sanar qualquer dúvida na primeira ligação feita pelos mesmos.

Como resposta a essa demanda, as corporações têm procurado integrar em suas centrais de atendimento novas formas de comunicação e oferecer acesso mais rápido e fácil a suas bases de dados. Nesse processo, os *call centers* têm se transformado em centros nervosos que buscam criar e gerenciar relações com os clientes, além de manter sua fidelidade.

Há uma crescente conscientização dos executivos de que os centros de serviços são cruciais para atrair novos consumidores e fidelizar os mais antigos. Esse é um dos motivos pelos quais as centrais de atendimento modernas precisam fazer muito mais que simplesmente atender ligações telefônicas. O *call center* moderno está sendo integrado com outros sistemas da área de tecnologia de informação (TI), oferecendo aos agentes de atendimento informações, bases de dados, servidores Web e sistemas legados. Esse novo *call center* também está se tornando um centro de complexa interação com os consumidores, com capacidade de responder a qualquer forma de comunicação que o

cliente esteja usando. E essa estrutura está evoluindo para se transformar em um centro de conhecimento, um repositório de práticas e respostas dos clientes que podem e devem ser usadas por toda companhia para melhorar seus produtos e serviços [SCA99].

Pelas novas tecnologias que estão disponíveis no mercado, é possível imaginar como será o *call center* do futuro. A central de atendimento pode evoluir para o que certos analistas estão chamando de *Contact Center*. A idéia é dar um salto de qualidade no relacionamento com os clientes ao oferecer atendimento personalizado num centro de contatos. De frente para o seu micro, o atendente poderá fazer a comunicação com o cliente lançando mão de diversos recursos - e-mail, fax, *chat* ou conversa ao vivo pela Internet e, sem dúvida, o velho telefone [CRE99].

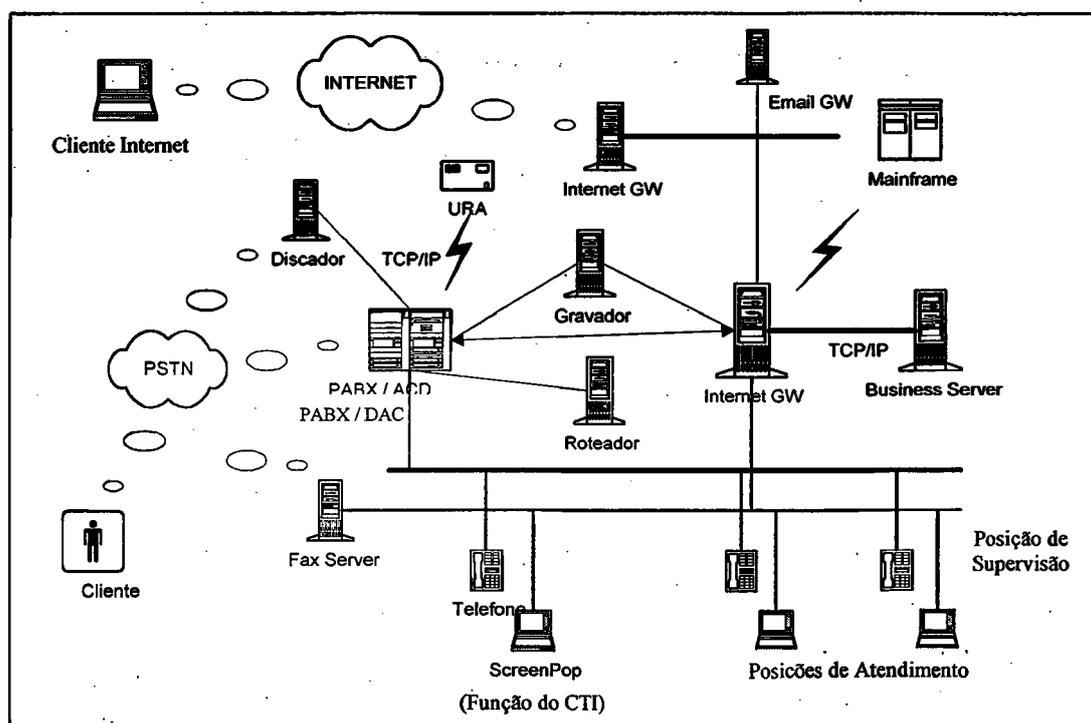


Figura 2.1 - Estrutura de um Call center

Um *call center* típico é composto de um Distribuidor Automático de Chamadas (DAC), uma rede de computadores que podem estar conectados ao servidor através de hubs, switches ou gateways, posições de atendimento (computador/fones/atendentes), posição de supervisão.

Através da Figura 2.1, temos uma visão geral de um *call center* integrado às necessidades de todos os setores da empresa. Podemos destacar as seguintes facilidades:

- Distribuidor Automático de Chamadas (DAC): este software transfere as ligações telefônicas para a Unidade de Resposta Audível (URA) ou para as Posições de Atendimento (PA's). Para a alocação das PA's, são utilizados dois critérios: distribuição de chamadas por menor tempo de ocupação acumulado, que localiza a PA com menor tempo de ocupação, para que atenda a próxima chamada; e distribuição de chamadas com base no tempo livre, que considera que a próxima PA a ser alocada será a PA com maior tempo livre desde seu último atendimento.
- Unidade de Resposta Audível (URA): composta de hardware e software, permite o atendimento automático das ligações. Apresenta menus de navegação com opções de serviço ao usuário e, dependendo da solicitação, responde certas solicitações e dúvidas do cliente, diminuindo a ocupação dos atendentes e deixando-os livres para atender outros clientes, aumentando desta forma a capacidade do *call center*. Usada em conjunto com o DAC, identifica a solicitação do cliente e direciona a ligação para uma PA específica para que o agente resolva seu problema.
- Posições de Atendimento (PA's): composta por um agente, um micro computador para consultas e realização de serviços on-line, além de um telefone que pode ser analógico ou digital. No caso de um ramal digital, o atendente poderá identificar o número chamador, e realizar um atendimento personalizado ao cliente. Estas posições identificam o serviço que está sendo solicitado pelo usuário através de telas auto-explicativas, e podem acessar bancos de dados externos para obter as informações solicitadas e/ou atualizá-las on-line. Pode-se formar grupos de PA's, para atendimento a clientes especiais ou informações específicas.
- Formação e Priorização na Fila de Espera: possibilita priorizar o atendimento a clientes preferenciais e o encaminhamento destes para determinado atendimento personalizado (fidelização). Outra forma de priorizar o atendimento é por serviço, ou seja, um determinado serviço (televenda, por exemplo) é prioritário a outro (telereclamações). Contudo, esta última forma de priorização só poderá ser feita se o *call center* possuir uma URA.
- Posição de Supervisão: através dessa posição, permite-se a visualização dinâmica da ocupação dos ramais, configurações, grupos de PA's, fila de espera,

além da função de apoio e controle aos atendentes. Além disso, a posição de supervisão possui função de monitoração, que permite o acompanhamento e gravação digital das interações entre atendentes e usuários, visando aumentar a qualidade no atendimento e a satisfação do cliente.

- **Estatísticas do Sistema:** são recursos computacionais para emissão de vários tipos de relatórios de forma imediata e/ou programada, segundo a necessidade do operador. Esses relatórios fornecem informações de alta relevância para que os gestores tomem decisões. Os relatórios permitem uma ação focada, sem perda de energia com esforços mal direcionados. Os relatórios devem conter o máximo de informações possíveis e, se ficar extenso, basta priorizar as informações na sua ordem de apresentação.
- **Integração Telefone-Computador (CTI):** embora seja um conceito amplo, sua aplicação básica é chamada screenpop (entrega de tela), onde as informações sobre o cliente na URA são apresentadas na tela do agente, permitindo que ele chame o cliente pelo seu nome (tratamento personalizado). Se um cliente está buscando informações de um produto específico, isto aparecerá na tela do atendente que poderá vender o produto. Ou seja, fazer uma venda cruzada.
- **Correio de Voz:** permite que o cliente seja atendido pela máquina e convidado a deixar sua mensagem, quando todos os atendentes estiverem ocupados. Pode ainda ativar a rechamada automática, que alerta sobre a existência de novas mensagens assim que o ramal for desocupado.
- **Discador:** é a facilidade de gerar, de forma automática e simultânea, chamadas telefônicas a um grupo de clientes. O sistema pode selecionar os telefones por amostragem ou outros critérios, e realizar a veiculação em dias e horários preferenciais. Após o atendimento, a chamada é transferida para a PA disponível ou para o serviço de mensagem pré-definido. O serviço de telemarketing, um dos principais benefícios disponibilizados por este componente, pode ser dividido em ativo e passivo. No ativo existe integração total com as bases de dados da empresa. Todo o trabalho é feito a partir da campanha e do material promocional pela empresa e o caminho é empresa-cliente. No receptivo, ocorre o telemarketing normal, ou seja, o atendimento é feito no caminho cliente-empresa. Em ambos os casos, a URA será de grande valia. No receptivo, a URA pode atender a chamada se o agente não estiver disponível, oferecendo

entretenimento ou informação na fila de espera, ou menu de opções para obter informações sobre o produto, bem como coletar informações dos usuários. Para o telemarketing ativo, a URA pode colocar a chamada na espera, tocando uma música ou uma mensagem informativa, transferindo para um atendente, assim que estiver disponível. Este serviço tem sido amplamente difundido e, conforme pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Telemarketing (ABT) junto a 3 mil empresas, 23,4% do faturamento das indústrias vêm do telemarketing. A atividade é responsável por 32% da receita no comércio, 27,5% nas prestadoras de serviço e 8,5% nas financeiras [LOS99].

Dentre os serviços que um *call center* pode oferecer pode-se destacar [ISE99]:

- Prospecção de clientes e negócios;
- Consulta de dados dos clientes;
- Pesquisa de satisfação de clientes e
- Campanhas institucionais, para melhoria da imagem da empresa.

Para dar suporte a esses serviços os *call centers* utilizam-se de ferramentas modernas [ISE99] :

- Sofisticadas soluções de integração telefone-computador (CTI);
- Data mining;
- Database marketing;
- Database mailing e
- Unidade de Resposta Audível (URA).

Para que um cliente fique satisfeito, o *call center* não pode funcionar de forma isolada. Ele deve estar completamente integrado ao restante da empresa, com o sistema de gestão empresarial, as equipes de apoio, e outros setores necessários para que o atendente possa solucionar ou encaminhar uma alternativa ao cliente, uma vez que seu problema deve ser resolvido em uma só ligação, a primeira, evitando retorno com o mesmo assunto [SIM99].

2.2 Negócio do *Call center*

Pode-se definir como “Negócio de um *call center*” a instalação/disponibilização de serviços que permitam, entre outras coisas, facilitar o contato do cliente com a empresa. Através deste contato, é possível identificar as

necessidades dos clientes e, a partir desta identificação, direcionar os processos de negócio, mantendo os clientes atuais e conquistando novos clientes.

Extraír o máximo de informação possível a partir de um dado, gerar novos negócios, reter e conquistar clientes (por meio de contato permanente com os mesmos) são os principais resultados obtidos com o uso de tecnologias que integram telefonia e rede corporativa. As tradicionais centrais telefônicas, uma das portas de entrada de uma empresa, sofreram transformações ao operar junto aos sistemas corporativos, passando a atuar, por um lado, como via de informação para a empresa e, por outro lado, como canal de serviço ao cliente. Elas são agora chamadas de centros de atendimento ao cliente ou *call centers* que, a partir de uma necessidade de construir um relacionamento personalizado entre a empresa e seu público consumidor, possibilita aprimorar a qualidade dos serviços prestados.

Segundo [RAM99] a conquista da fidelidade do cliente tem início no *call center*, usualmente a primeira forma de comunicação da empresa com consumidores ativos ou potenciais. É nessa central de atendimento que as primeiras e duradouras impressões, bem como intenções ou finalizações de compra, são formadas. Consumidores especializados afirmam que 70% de todas as interações entre o cliente e a organização ocorrem no *call center*. Assim, é necessário fazer o possível para assegurar que essas impressões trabalhem a favor da empresa. Caso contrário, não há marketing com competência suficiente para reverter o prejuízo causado pelo atendimento de má qualidade.

Vários pontos devem ser analisados para transformar uma central de atendimento em uma central de fidelidade e retenção de clientes. É importante detalhar cada etapa do processo, de acordo com as diretrizes que seguem:

- Definição de Prioridades: identificar quais ações são mais adequadas aos objetivos do sistema de *call center*. Por exemplo: se a prioridade é atender o maior número possível de clientes ou se a prioridade é atender a um grupo seletivo de clientes com qualidade diferenciada. De acordo com a prioridade estabelecida, deverá ser realizado o treinamento dos atendentes.
- Realização de auditorias no atendimento: permite identificar como o cliente se sente ao utilizar o serviço. Esse exercício irá fornecer idéias sobre oportunidades de criar melhores serviços, ou sobre o momento adequado para vender produtos e serviços adicionais.

- Monitoração e documentação do atendimento ao cliente visando a obtenção de um mapa descritivo do processo de interação com o cliente (forma de contato inicial, reação do cliente no atendimento).
- Verificação dos processos com a finalidade de refazê-los, investigando como a tecnologia pode produzir soluções. Contudo, é importante não automatizar um sistema ruim ou quebrado. Primeiro deve-se redesenhar os processos e então utilizar a tecnologia para implementá-los.
- Redução dos objetivos do projeto: quando observado a implementação das melhores práticas de *call center* e a integração de tecnologia de apoio, há uma lista de tarefas para serem feitas. Deve-se iniciar pelas mais fáceis, que podem ser revistas e automatizadas para fornecer retorno financeiro significativo num período de quatro a seis meses. Então, inicia-se a redefinição do processo, enumeração das tarefas e continuação do projeto. É importante produzir resultados em situações difíceis e adequá-los com o aprendizado e com o desenvolvimento no caminho à sua frente.
- Desenvolvimento de um plano para métrica: é necessário fazer as seguintes perguntas: O que está sendo medido? Como está sendo medido? Está concentrando no valor que o *call center* fornece independente dos objetivos? É imperativo agregar valor aos produtos e serviços percebidos pelo cliente? Para isso, é importante manter o foco no cliente durante as mudanças.
- Definição do software com o intuito de que qualquer software adquirido possa atender às necessidades presentes, com flexibilidade suficiente para apoiar os objetivos na evolução do *call center* para uma central de fidelidade.
- Definição e implementação do hardware: o software deve orientar a decisão com relação ao hardware, não o oposto. O hardware não é só o sistema de computador, mas também inclui conexões telefônicas, DAC, processamento de chamadas e outros equipamentos.
- Orçamento para treinamento e incentivos: muitas empresas treinam deficientemente quando estão implementando novos processos e tecnologias. Deve ser lembrado de que os atendentes estão simultaneamente trabalhando com sistemas e processos novos e mutáveis. Então é importante orçar adequadamente, porque expectativas altas e treinamento inadequado resultam

em objetivos não atingidos e falhas. Também é necessário planejar reciclagens periódicas.

- Criação de uma equipe de suporte: a etapa final consiste na criação de uma equipe de suporte interno. Se o cliente é o ativo mais valioso, é preciso se certificar de que o responsável pelas interações está recebendo o apoio necessário. Internamente, ele é o cliente mais valioso. Desta forma, deve-se assegurar que a tecnologia, a infra-estrutura e os recursos humanos estejam prontos a apoiar esses clientes internos de alto valor [RAM99].

Com base no que foi exposto acima, pode-se perceber que se não há uma boa integração do *call center* com os demais setores da empresa, os objetivos não são alcançados. Com isso, há prejuízos e muito retrabalho, uma vez que as informações fornecidas pelos clientes não são absorvidas. Apenas corrige-se o problema, executa-se o serviço ou tira-se uma dúvida. Contudo, muitas vezes os clientes também apresentam sugestões que podem viabilizar e auxiliar na estruturação da empresa. Essa é a vantagem da filosofia do CRM

Com tudo o que foi descrito acima conclui-se que o que se espera de um *call center* é:

- Facilidade de acesso;
- Consistência das informações;
- Solução de problemas;
- Segurança (confidencialidade);
- Conhecimento técnico e de produto;
- Cortesia e atenção;
- Rapidez no atendimento.

3 Planejamento de Capacidade

Planejamento de capacidade é o processo que visa prever quando o nível de carregamento futuro do sistema será saturado, considerando os aspectos de custo/benefício e o tempo que levará para o sistema saturar. Esta previsão é realizada baseada no processo de evolução da carga de trabalho do sistema existente, de novas aplicações e novos níveis de serviços [MEN94].

Um dos mais importantes desafios de gerentes de instalações de processamento de dados é o planejamento de capacidade. O objetivo do planejamento de capacidade é gerar um nível aceitável de serviço computacional à organização ao responder às demandas de carga geradas pelo sistema. Sendo assim, o planejamento de capacidade ajuda a prever situações de como o sistema se comportará em determinadas situações, como por exemplo, o aumento da carga de trabalho [JAI91]. Portanto, um planejamento de capacidade eficaz requer o entendimento do relacionamento às vezes conflitante entre as necessidades do sistema, a carga computacional, a capacidade computacional e o nível de serviço requerido.

Enquanto o gerenciamento de capacidade é relacionado ao presente, o planejamento de capacidade se focaliza no futuro [JAI91]. Ou seja, o planejamento de capacidade não se focaliza principalmente nas atividades do dia-a-dia, mas sim no que vai acontecer no futuro (uso de perspectivas futuras).

Como em qualquer abordagem que vise o planejamento, o planejamento de capacidade exige que boa parte do esforço seja despendido no correto emprego de uma metodologia. A sistematização das ações implica em um menor esforço para o alcance dos objetivos: a determinação da melhor configuração do sistema e da topologia da rede a um custo efetivo.

Os principais passos ou aspectos a serem observados referente à avaliação de

desempenho são[JAI91]:

- Compreensão do Ambiente;
- Caracterização da Carga de Trabalho;
- Desenvolvimento, Validação e Calibragem do Modelo de Carga;
- Desenvolvimento, Validação e Calibragem do Modelo de Desempenho;

Complementando estes passos, o encaminhamento de soluções visando o planejamento de capacidade implica nos seguintes pontos adicionais:

- Previsão de Carga de Trabalho;
- Previsão do Desempenho;
- Desenvolvimento de um Modelo de Custos;
- Previsão de Custos;
- Análise de Custo/Desempenho

Observa-se que três tipos de modelos são necessários: dois para a fase de avaliação de desempenho e um terceiro para a etapa de planejamento de capacidade. O modelo da carga de trabalho procura capturar as demandas por recursos bem como as características de intensidade de carga submetida ao sistema devido aos diferentes tipos de transações e requisições. Já o modelo de desempenho, é utilizado para realizar previsões sobre o tempo de resposta, utilização de recursos e *throughputs*, em função dos parâmetros do sistema e dos parâmetros de carga. Finalmente, o modelo de custo contabiliza os dispêndios relacionados a software, hardware, telecomunicações e suporte.

3.1 Algumas Justificativas do uso de Planejamento de Capacidade

Planejamento de capacidade é importante para convencer o gerente da organização sobre a importância do uso deste tema, justificando o tempo e custo envolvido, considerando os seguintes aspectos [JAI91]:

- Descontentamento do usuário - sem planejamento apropriado, é provável que o desempenho sofrerá com os picos de cargas. Os usuários podem ser forçados a esperar uma quantidade de tempo excessiva. No caso onde os usuários são clientes, isto pode resultar em negócio perdido. O planejamento de capacidade apropriado pode ajudar a identificar os gargalos antes que ocorram, impedindo a maioria dos problemas relacionados com o desempenho.

- Diminuição da produtividade - se o sistema não puder assegurar o *throughput* previsto, a produtividade sofrerá.
- Estabilidade - identificando áreas de problema e limitações da capacidade, os problemas de estabilidade podem ser evitados ou previstos. Estes problemas geralmente ocorrem em picos de carga do usuário. O planejamento de capacidade apropriado permite que se identifique quando os problemas são prováveis de ocorrer, auxiliando assim, na prevenção e/ou minimização dos seus efeitos.

3.2 Adequação da Capacidade

Os parâmetros da Qualidade de Serviço (QoS) negociados são continuamente satisfeitos em sistemas que possuem capacidade adequada. Os mesmos, são demonstrados através do gerenciamento da capacidade e são baseados em três elementos [FOX00]:

- Nível de Serviço: Um sistema com capacidade adequada é capaz de prover valores aceitáveis e adequados para todas as métricas ou variáveis de desempenho, como por exemplo o tempo de resposta e o *throughput* de uma rede.
- Tecnologia e Padrões: Prover capacidade adequada para o alcance dos níveis desejados de qualidade pode ser efetivado pela escolha de determinada tecnologia e padrões. Essa escolha dependerá de diversos fatores, sendo que, em geral, quanto maior for o nível de padronização, menor a chance de erros.
- Restrições de Custos: O problema de prover capacidade para o permanente alcance das metas de QoS, seria resolvido com relativa facilidade se não houvesse restrições nos orçamentos, sendo que as mesmas limitam o número de soluções. Assim, a famosa relação custo *versus* benefício também deverá ser levada em conta.

3.3 O Processo de Planejamento

O processo do planejamento para ambientes complexos dos sistemas computacionais envolve uma dimensão científica e artística [BRO95]. A ciência do planejamento inclui todas as técnicas analíticas complexas disponíveis na Informática e

Estatística. A arte do planejamento requer uma compreensão da natureza humana e a habilidade de diferenciar uma postura oficial e organizacional do planejamento atual para ação. A preparação para um aumento da probabilidade de determinados eventos sobre outros dá forma também ao que é planejado. A base para o planejador de capacidade e para o homem de negócios, é que o negócio está preparado por um futuro provável. O plano de capacidade geralmente é um processo contínuo. Tipicamente, planejamento de capacidade é um jogo de avaliar numerosos cenários de possibilidades futuras.

A exatidão e a precisão, quando asseguradas pelos dados, são também igualmente críticas. O processo do planejamento de capacidade consiste em cinco atividades preliminares [BRO95]:

- 1) Identificar todas as cargas de trabalho que o sistema precisa suportar;
- 2) Traçar o perfil de cada carga de trabalho nos termos de sua demanda de recursos e interdependências do tempo;
- 3) Reunir as cargas de trabalho;
- 4) Determinar as exigências de recurso agregado;
- 5) Encontrar o equipamento para combinar as exigências do recurso agregado.

A identificação da carga de trabalho pode ser desafiante, pois um único programa pode conter múltiplas cargas de trabalho devido às diferenças na quantidade de dados processados.

3.4 Avaliação de Cenários Futuros – O Espectro das Probabilidades

É vital para o planejador de capacidade ser ágil para rapidamente analisar probabilidades e as conseqüências de vários cenários alternativos do crescimento ou do declínio futuro da configuração de um sistema computacional. O indivíduo que não possui muita experiência em sistemas computacionais, poderá fazer previsões de cargas de trabalho futura com grandes margens de erro e variância.

O planejador de capacidade provê estimativas estatísticas (por exemplo, o tempo médio de CPU despendido para processar uma requisição), o qual é usado para estimar futuros volumes de requisições.

Os instrumentos analíticos preliminares associados com o planejamento de capacidade são [BRO95]:

- processos estatísticos de inferência;
- técnicas simples de simulação;
- processos bayesianos de estimação;
- regressão, correlação, séries temporais, ou técnicas harmônicas de análise.

Uma característica geral destes instrumentos analíticos, em termos de seus resultados informativos, é que eles geram uma escala de possíveis soluções ou estimam probabilidade, a qual é determinado algum indicador de segurança. Sistemas computacionais, são moderadamente estocásticos; onde, os relacionamentos causais básicos são conhecidos, mas as bases de dados estão freqüentemente incompletas ou não disponíveis - daí, a incerteza paramétrica.

3.5 Passos para Planejamento e Gerenciamento de Capacidade

Tanto para o planejamento quanto para o gerenciamento de capacidade devemos seguir os seguintes passos [JAI91]:

1. Entendimento do ambiente atual;
2. Seleção de objetivos de desempenho;
3. Previsão de cargas futuras;
4. Avaliação de configurações futuras;
5. Processo de gerenciamento contínuo.

3.5.1 Entendimento do ambiente atual

Algumas instalações computacionais são gerenciadas de modo completamente reativo. Nenhum problema é previsto, planejado ou corrigido até se tornar uma crise. Um gerenciamento bem sucedido de recursos computacionais deve ser pró-ativo, ou seja, deve-se tomar uma abordagem organizada e planejada para cada esforço no sentido de evitar crises.

Para uma gerência pró-ativa, deve-se entender as necessidades atuais da organização, compreender a carga de trabalho atual, o desempenho do sistema atual processando esta carga, e expectativas de serviço dos usuários [JAI91]. Em resumo,

deve-se entender a situação atual do sistema antes de se poder planejar o futuro.

Criar uma estratégia de medida para avaliar o desempenho atual e a utilização de um sistema computacional e de seus componentes é uma parte importante do planejamento de capacidade. Deve-se ter capacidade de medir desempenho e de armazenar os dados de desempenho para referências posteriores. Para isso, é necessária a utilização de ferramentas de medida e uma base de dados de desempenho.

3.5.2 Seleção de objetivos de desempenho

Da perspectiva gerencial, um dos aspectos chave para o planejamento de capacidade é a seleção de objetivos de desempenho. (Não se pode dizer se os objetivos estão sendo ou não alcançados se eles não existem). Isto envolve uma negociação entre grupos de usuários e o centro de gerência computacional ou o grupo de informações do sistema.

3.5.3 Previsão de cargas futuras

Um dos maiores benefícios do planejamento de capacidade é permitir melhorias no sistema, adequando *hardware* ou *software* ao sistema, para evitar a deficiência de capacidade no sistema. Para evitar uma falha, é fundamental prever a carga de trabalho futura. Sem esta previsão, não se pode avaliar futuras configurações.

Para se fazer previsões de carga precisas é imprescindível o conhecimento dos planos de negócios futuros da empresa [JAI91]. A partir daí, pode-se estimar o uso futuro do sistema com o auxílio de técnicas estatísticas de previsão.

3.5.4 Avaliação de configurações futuras

Uma vez estimada a carga de trabalho futura de um sistema, é preciso prever o desempenho do sistema frente a esta carga, para que se possa determinar quando são necessárias melhorias no sistema. Para um planejamento de capacidade bem sucedido, é também necessário que se faça a análise de desempenho de possíveis configurações do sistema computacional com a carga projetada [JAI91]. A previsão de desempenho requer então o uso de tecnologias de modelagem, dentre as quais destacam-se: previsões estatísticas, modelagem analítica por teoria de filas, modelagem por simulação ou *benchmarking*.

3.5.5 Processo de gerenciamento contínuo

Para ser bem sucedido, o gerenciamento de desempenho de um sistema computacional deve ser continuamente documentado sobre o que acontece, não somente pela base de dados de desempenho mas também por outros meios. Por exemplo, é importante que se documente todas as suposições feitas na previsão de desempenho [JAI91]. É igualmente necessário que se compare regularmente as previsões com o desempenho atual do sistema. Outra importante atividade de gerenciamento é a definição contínua de novas metas de desempenho.

3.6 Dificuldades em Planejamento de Capacidade

As principais dificuldades relacionadas ao sucesso no planejamento de capacidade referem-se à:

- A necessidade de o planejador de capacidade conhecer toda a companhia;
- Realizar avaliações de cargas de trabalho periodicamente;
- Prever alteração da tecnologia;
- Entender o negócio da empresa e o desempenho requerido pelos usuários;
- Prever a carga de trabalho futura;
- Avaliar uma futura configuração;
- Gerenciar o processo sempre.

3.7 Metodologia para Avaliação de Desempenho e Planejamento de Capacidade

Quando se trata de ambientes distribuídos a complexidade aumenta em função da heterogeneidade do software, do hardware, das aplicações e do comportamento dos usuários envolvidos. A seguir é mostrada uma metodologia de avaliação de desempenho e planejamento de capacidade segundo [JAI91].

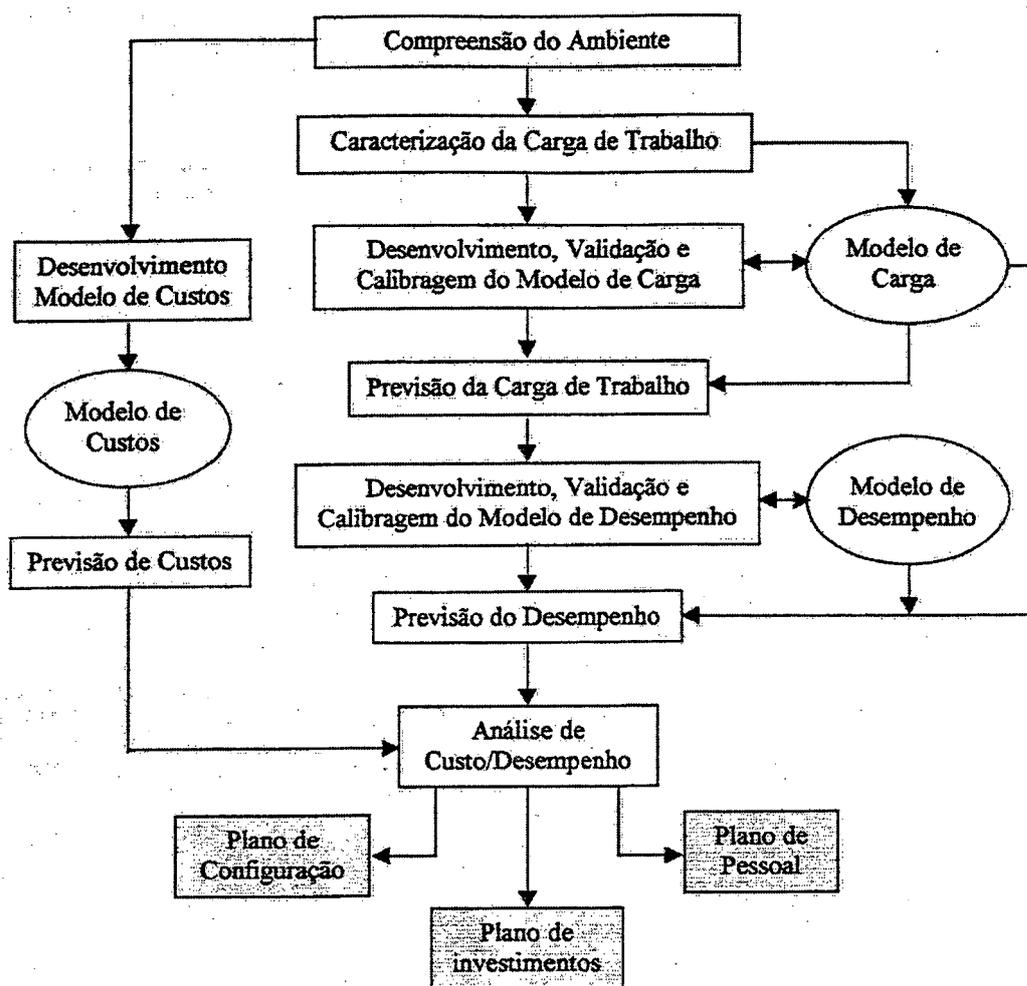


Figura 3.1 - Metodologia para Avaliação de Desempenho e Planejamento de Capacidade

3.7.1 Compreensão do Ambiente

A fase inicial da metodologia consiste na compreensão do hardware (clientes e servidores), do software (sistemas operacionais, *middleware*, e aplicações), dos elementos de conectividade e dos protocolos envolvidos no ambiente. Com relação ao tráfego, os períodos de pico, as estruturas de gerência e os níveis de QoS definidos [JAI91]. A obtenção destas informações muitas vezes não é tarefa fácil. Reuniões, entrevistas, questionários, *logs*, documentos de planejamento e projetos, etc., podem e devem ser utilizados na busca da informação.

3.7.2 Caracterização da Carga de Trabalho

A caracterização da carga de trabalho é o processo pelo qual se descreve, com precisão, a carga total a que um sistema é submetido, considerando seus principais

componentes [JAI91]. Cada componente principal é decomposto em subcomponentes que denominamos componentes básicos. Cada componente básico é caracterizado por sua intensidade de carga (IC) e pelos parâmetros de demanda de serviço (DS) sobre cada recurso que se utilize.

Os parâmetros para cada componente básico são geralmente obtidos diretamente dos sistemas, por meio de medições. Algumas vezes, são obtidos indiretamente, derivados de medições realizadas sobre outros parâmetros.

Componente Básico e Parâmetros	Tipo de Parâmetro
Transação de Vendas	
Nº de transações submetidas por cliente	IC
Número de clientes	IC
Nº total de I/Os ao banco de vendas	DS
Utilização da CPU do servidor de BD	DS
Tamanho médio das mensagens enviadas pelo servidor de BD	DS
Treinamento Web	
Nº médio de sessões de treinamento/dia	IC
Tamanho médio dos arquivos de imagens requisitados	DS
Tamanho médio de documentos http requisitados	DS
Nº médio de arquivos de imagens requisitados/sessão	DS
Nº médio de documentos http requisitados/sessão	DS
Utilização média da CPU do servidor http	DS
Processamento de E-Mail	
Nº de mensagens recebidas por dia por cliente	IC
Nº de mensagens enviadas por dia por cliente	IC
Nº de clientes	IC
Tamanho médio das mensagens	DS
Utilização média da CPU do servidor de mail	DS

Tabela 3.1 - Caracterização da carga de trabalho

As medidas devem ser realizadas durante os períodos de pico durante intervalos apropriados. Considere, por exemplo o processamento de mail. Os dados podem ser obtidos pela coleta de todas as mensagens enviadas durante o período de 1

hora de monitoração. Assuma que 500 mensagens foram enviadas durante este intervalo. Os dados referem-se a tamanho das mensagens, tempo de CPU (Unidade Central de Processamento) do servidor de mail e I/O (*Input/Output*) no servidor para cada uma das 500 mensagens. A taxa média de envios de mensagens é dada por: mensagens enviadas (500) dividido pelo período de monitoração (3.600 Seg.) logo, a taxa é de $500/3.600 = 0,14$ mensagens enviadas / segundo. Este tipo de abordagem pode ser determinada para cada componente básico.

3.7.3 Representação dos Componentes da Carga de Trabalho

Quando a carga de um sistema é grande, grandes quantidades de dados coletados podem ser obtidas. Lidar com grandes volumes de dados não é nada prático, especialmente se modelos analíticos (trabalham com valores médios) forem empregados. No caso de modelos de simulação é possível, em algumas situações, empregar os arquivos de dados, realizando leituras a partir do modelo.

A prática mostra que o melhor é substituir a massa de dados coletados para cada componente, por medidas representativas [JAI91]. Uma para cada componente. Este procedimento é parte do que caracterizamos como criação do modelo de carga.

Por exemplo, considere uma aplicação baseada em arquitetura cliente/servidor que provê o acesso à base de dados corporativa, e assuma que os dados coletados durante um período de 1 hora (no pico), forneçam o tempo de CPU e o número de I/Os para cada uma das 20.000 transações realizadas no intervalo. Algumas transações são muito simples e fazem uso de pouca CPU e I/O, enquanto outras requerem muita CPU e I/O.

3.7.4 Monitoração e Coleta de Dados

Monitorar sistemas e seus componentes na busca de dados pode ser feito, idealmente, pelo uso de ferramentas específicas, tais como monitores de performance, sistemas de “contabilidade de logs”, sistemas de gerenciamento, etc. Na prática, as dificuldades surgem com a falta de ferramentas, com a falta de tempo e/ou habilidade em lidar com estas quando presente ou mesmo da impropriedade da ferramenta disponível. Com frequência, o dado desejado não é acessível na forma necessária [JAI91]. As ferramentas, muitas vezes, fornecem valores agregados ao nível dos recursos do sistema. Por exemplo, o número de pacotes transmitidos numa LAN ou a taxa total de utilização de uma CPU, quando se busca o número de pacotes de

determinada natureza (componente básico) transmitido ou o uso da CPU por determinado tipo de requisição.

3.7.5 Validação dos Modelos de Carga

Como qualquer modelo, os modelos de carga também exibem simplificações resultantes do processo de abstração, necessário à sua construção. Modelos muito detalhados implicam em perda de eficiência computacional. Já modelos muito abstratos, implicam em perda de enfoque e precisão, podendo comprometer os resultados e conclusões. Portanto, modelos de carga também devem ser validados [JAI91]. O melhor teste de validação de carga também deve ser validado. O melhor teste de validação de um modelo de carga é aquele em que, uma vez executado, mantém com a verdadeira carga da qual se originou, uma relação de erro de até 30 %.

3.7.6 Previsão de Carga de Trabalho

O processo de previsão de carga de trabalho objetiva estimar o comportamento futuro da carga sobre o sistema. A idéia central é que se possa prognosticar o desempenho do sistema, considerando as diversas aplicações, diante de diferentes cenários de demanda. Questões típicas que podem ser respondidas por conta do processo de previsão:

- Qual será o número de mensagens diárias que deverão ser tratadas pelo servidor considerando o horizonte de 3, 6, 9 e 12 meses, respectivamente?
- Considerando a atual configuração do sistema, qual deverá ser o tempo médio de resposta a uma requisição de um documento *html* no servidor Web, dentro de seis meses?

As respostas a questões como estas implicam em conhecer a tendência do crescimento da demanda para os vários serviços disponíveis junto ao sistema de informações do ambiente avaliado [MEN94]. Isto implica em prever, por exemplo, o aumento do número de usuários de cada serviço.

3.7.7 Modelos e Previsão de Desempenho

O processo de previsão de performance implica em estimar (por meio de modelos) os valores de determinadas variáveis de desempenho relacionada a um sistema, uma vez fornecidos um conjunto de parâmetros relativos ao próprio sistema e à carga a este submetida [JAI91] e [MEN94]. Exemplos típicos de variáveis de

desempenho são: tempo de resposta, utilização de recursos, tamanhos de filas e *throughput*. Com relação, por exemplo, ao sistema cliente/servidor, algumas destas variáveis seriam: o tempo de resposta para obter mensagens junto ao servidor de mail, o *throughput* do servidor de arquivos da LAN, a utilização do backbone FDDI ou o *throughput* e o número médio de requisições na fila do servidor Web.

3.7.8 Parâmetros de Estudo de Avaliação de Desempenho

Os parâmetros necessários ao desenvolvimento de estudos de avaliação de desempenho se dividem em três grupos principais: parâmetros do sistema, parâmetros de recursos e parâmetros de carga [JAI91].

3.7.8.1 Parâmetros do Sistema

São características do sistema relacionadas à performance. Exemplos de parâmetros relacionados com desempenho de sistemas cliente/servidor: protocolos de rede, número máximo de conexões suportadas por um servidor Web ou o número máximo de *threads* suportadas por um sistema gerenciador de base de dados.

3.7.8.2 Parâmetros de Recursos

São características dos recursos do sistema relacionadas à sua performance. Eis alguns exemplos de parâmetros de recursos associados ao desempenho de sistemas cliente/servidor: latência e taxa de transferência de discos, largura de banda de redes, latência de roteadores e velocidades de CPUs.

3.7.8.3 Parâmetros de Carga

São aqueles derivados da caracterização da carga de trabalho submetida ao sistema. Subdivide-se em dois segmentos:

- **Parâmetros de Intensidade de Carga:** é a medida da carga submetida ao sistema, indicada pelo número de trabalhos (requisições, transações, comandos, etc.) que disputam os recursos do sistema. Alguns exemplos destes parâmetros são: número de buscas/dia ao servidor proxy Web, número de requisições / seg. submetidas ao servidor de arquivos, número de transações de vendas submetidas ao servidor de base de dados ou o número de clientes rodando aplicações científicas. Outra característica importante da carga de trabalho (parametrizável), são as condições de rajadas do processo de chegadas.

- **Parâmetros de Demanda de Carga:** são os valores que especificam as necessidades (demandas) de serviço requeridos por cada componente básico, sobre cada recurso. Por exemplo: tempo de CPU necessário a uma transação em um servidor de base de dados, tempo de transmissão sobre a LAN 3 de respostas emitidas pelo servidor Web ou o tempo total de I/O devido a uma requisição de um arquivo de vídeo ou imagem durante as sessões de treinamento na Intranet corporativa.

3.7.9 Modelos de Desempenho

Prever o desempenho de sistemas, requer o emprego de modelos de desempenho e de modelos de carga. Dois tipos principais de modelos de desempenho costumam ser empregados: modelos de simulação e modelos analíticos [JAI91]. Ambos consideram que os sistemas são compostos por um conjunto de recursos de hardware (CPUs, roteadores, discos, links, etc.), geralmente antecidos por filas, pelos quais inúmeras entidades ou transações competem visando realizarem os serviços a que se propõe o sistema. Filas ocorrem também devido a recursos de software (threads, protocolos, etc).

Um modelo de um sistema distribuído, constitui-se de uma representação do conjunto de pares (fila/recurso) que compõem estes sistemas. Cria-se então, uma espécie de rede ou teia, cujas interligações dependem das próprias conexões físicas do sistema real e/ou das conexões lógicas que possam ali ocorrer devido a natureza de seus processos.

Tanto com modelos analíticos quanto com modelos de simulação, pode-se criar ambientes virtuais que incluam um maior ou menor número de detalhes do sistema real. O nível ou adequação do modelo, dependerá dos objetivos que se pretende alcançar e das informações e ferramentas disponíveis.

3.7.9.1 Modelos Analíticos

Para prever o desempenho de sistemas, é preciso executar modelos de desempenho. Ferramentas analíticas podem ser empregadas, para a solução de modelos analíticos. A partir do esboço de um sistema, pode-se construir o modelo visando a obtenção de resultados relacionados às variáveis de desempenho.

As soluções analíticas, baseiam-se na resolução de fórmulas e/ou algoritmos

computacionais, a partir dos parâmetros fornecidos pelo modelo de performance e pelo modelo de carga para o sistema sob análise.

3.7.9.2 Modelos de Simulação

Da mesma forma que os modelos analíticos, os modelos de simulação são empregados na busca de resultados de performance [JAI91]. A principal diferença, que os modelos agora são programas computacionais, cuja intenção principal é a imitação do sistema real, onde entidades, representando as transações, fluem através da rede de interconexões montada, na busca de alcançarem os recursos necessários à realização de seus processos. Controlando este fluxo, cria-se uma "história artificial" do sistema real modelado. A execução do programa por um determinado período de tempo permite a coleta de amostras das principais variáveis de resposta. As amostras são então estatisticamente tratadas e os resultados permitem a inferência sobre o sistema real. O emprego deste tipo de modelo, exige a criação do programa. Atualmente são inúmeras as ferramentas e ambientes computacionais voltados a este tipo de modelagem.

Ambos os tipos de modelos (analíticos e de simulação) permitem ao analista a solução de problemas de performance de sistemas distribuídos. Quando empregar um ou outro, não depende apenas de seu conhecimento desta ou daquela ferramenta, mas também do que é mais apropriado. Se as exigências relativas a nível de detalhes forem grandes e/ou os sistemas e sua lógica muito complexa, os modelos de simulação são considerados mais apropriados. Quando se deseja respostas mais rápidas e menos detalhadas, os modelos analíticos, montados em planilhas eletrônicas são mais apropriados.

3.7.10 Validação de Modelos de Desempenho

Assim como os modelos de carga, os modelos de desempenho (analíticos ou simulados) também exibem simplificações resultantes do processo de abstração, necessário à sua construção. As mesmas relações entre perda de eficiência computacional, nível de abstração e perda de enfoque e previsão devem ser verificadas. Portanto, modelos de desempenho também devem ser validados [JAI91].

A validação consiste em assegurar que o modelo e os inúmeros pressupostos e simplificações adotados no seu desenvolvimento sejam razoáveis e, se corretamente implementados, tenham um comportamento e produzam resultados semelhantes àqueles observados nos sistemas reais.

O pressuposto básico desta e de outras considerações a propósito do processo de validação de modelos, considera que, de alguma maneira, o analista estará comparando um modelo com o mundo real. Este aspecto, traz à tona alguns problemas de ordem prática e teórica.

As questões práticas podem ser resumidas pela quase total impossibilidade de obtermos, mesmo que seja esta a intenção, um modelo que tenha um comportamento idêntico ao sistema real, considerando que este, de fato, exista. O segundo ponto importante desta discussão, é que poucas são as oportunidades em que se constrói um modelo para que este atue de forma idêntica ao do sistema real. Na maioria das vezes, a construção de um modelo visa justamente a análise e a observação da atuação do sistema (exista este ou não), em condições diferenciadas daquelas observáveis na prática. Exceto por situações em que a experimentação vise a busca de pequenos detalhes (ajuste fino) sobre o funcionamento do sistema real, a maioria das análises que fazem uso da simulação ou de métodos analíticos, buscam resultados provenientes de modelos os quais apresentam propositadamente, comportamentos distintos dos sistemas reais nos quais se baseiam.

Quanto aos aspectos teóricos, convém salientar que um modelo inclui uma série de pressupostos e hipóteses sobre o comportamento de um sistema, traduzidos na forma de regras as quais procuram governar o comportamento dos elementos e objetos presentes no sistema. Sendo assim, se o emprego de qualquer técnica, incluindo-se modelagem analítica e a simulação, objetiva o aprendizado e o progresso, então é melhor que tais pressupostos e hipóteses sejam testados de alguma maneira. Estes aspectos, se não observados, podem levar o analista a cometer erros clássicos tais como, aceitar os resultados de uma experimentação bem executada, a qual se baseia em hipóteses falsas. No emprego da modelagem analítica e da simulação, pode ocorrer conclusões a partir de um modelo não válido.

Basicamente, o processo de validação deve abordar três aspectos principais [JAI91]:

1. os que envolvem as simplificações e os pressupostos adotados na modelagem do sistema;
2. os que consideram os parâmetros utilizados como entrada de dados e as distribuições utilizadas para representarem os aspectos de aleatoriedade;
3. e os que envolvem as considerações adotadas quando das análises e

conclusões formuladas diante dos resultados obtidos pelas simulações.

Cada um destes aspectos deve ser avaliado e submetido a testes de validação os quais podem ser realizados de diversas maneiras. É comum a realização da validação a partir de uma macro visão. Em outras palavras, o modelo e o sistema são vistos como uma espécie de “caixa-preta”. Para fins de comparação, não se observa o comportamento interno de ambos mas, e tão somente, os resultados produzidos.

3.7.11 Modelos de Custos

Os custos são usualmente subdivididos em duas parcelas: custos de iniciais e custos de operação/manutenção. O primeiro diz respeito a todas as parcelas envolvidas na compra, implementação e posta em marcha do sistema. Os últimos tratam das despesas com manutenção, pessoal, atualização de software e hardware, infra-estrutura, energia, segurança, serviços de telecomunicações, consultorias, etc [JAI91].

Em geral, os custos envolvidos em sistemas cliente/servidor podem ser subdivididos em quatro categorias: custos de hardware, custos de software, custos de telecomunicações e custos de suporte.

3.7.12 Análise de Custo/Desempenho

Uma vez que se tenha um modelo de custos desenvolvido e um modelo de desempenho válido, o último passo da metodologia é a realização de análises apropriadas, de modo que se possa responder às indagações sobre a relação custo/desempenho das alternativas propostas [JAI91].

4 Planejamento de Capacidade de *Call Center*

Neste capítulo, apresenta-se uma proposta de metodologia para dimensionamento de um *call center* a ser implantado. Como base, utiliza-se a metodologia para planejamento de capacidade de sistemas apresentada no capítulo 3. De acordo com a figura 3.1, a execução completa da metodologia fornece como resultado três modelos: carga, desempenho e custo. No âmbito deste trabalho, serão considerados apenas os modelos de carga e de desempenho.

Em paralelo será apresentado um estudo de casos, que consiste no ambiente de *call center* de uma empresa de telefonia celular. Este utilizava a tecnologia desenvolvida pela *Siemens*, mais precisamente a plataforma Procenter e a plataforma *Coral* para monitoração e gerenciamento da estrutura do *call center*. Contudo, no mês de junho de 2000, a empresa optou pela aquisição de uma plataforma mais moderna.

Sendo assim, o presente trabalho mostra um comparativo entre a situação passada e a atualidade.

4.1 Compreensão do Ambiente

Para que seja possível a elaboração do planejamento de capacidade de um *call center* a primeira fase que deve ser considerada no projeto é a escolha do local para sua implantação. Além das condições para suportar a infra-estrutura de cabeamento e equipamentos, a localização geográfica do prédio conta muito. Para isso, é importante que o edifício esteja perto de uma central telefônica pública com linhas digitais e que ofereça possibilidade de crescimento da infra-estrutura de telefonia. Se possível, deve ser de fácil acesso aos atendentes. Nesta etapa devem ser considerados quatro aspectos: hardware, software, linhas telefônicas e agentes. Para definir a melhor estrutura é

preciso levar em consideração o público alvo, o tipo de serviço a ser prestado e fazer um *benchmarking* com outras centrais de atendimento. Depois disso é que se define qual a melhor solução e a quantidade de equipamentos e operadores para atender a demanda que será gerada. Um dado estatístico aponta que 40% dos clientes entram em contato com a empresa pelo telefone [LOS99].

Além dos equipamentos como PABX, DAC, URA e CTI, e dos links de curta e longa distância, é necessário incluir na infra-estrutura *no-breaks* e geradores, ar-condicionado e sistemas de segurança (como *firewall*). Para as empresas que pretendem fazer *telemarketing* ativo, o discador automático de chamadas também é uma peça importante. Outro sistema que pode ser incluído é o de gravação, para garantir transações financeiras e para controle de qualidade dos atendentes. No projeto também não pode ser esquecido a manutenção e o plano de contingência, uma vez que o *call center* não pode parar.

Como o sistema de *call center* utilizado como estudo de caso neste trabalho já se encontrava em funcionamento, percebeu-se que não houve planejamento neste sentido, pois à medida em que o volume de chamadas aumentou, aumentando consequentemente o número de agentes e PA's, o espaço físico não foi alterado. Com isso, houve a necessidade do atendimento ser realizado em dois prédios distintos com tecnologias diferentes, além de serviços prestados por uma empresa terceirizada.

A estrutura do *call center* em questão abrangia quatro setores: atendimento, retenção e fidelização de clientes, atendimento ao serviço pré-pago e *telemarketing*. O atendimento é o setor mais requisitado pelos clientes, pois trata de todas as dúvidas, reclamações e informações de um modo geral. O setor de retenção e fidelização de clientes trata dos clientes que desejam cancelar seus contratos. O atendimento ao serviço pré-pago é um serviço terceirizado que tem como função o atendimento a clientes que utilizam o plano à cartão. E por fim o *telemarketing*, também terceirizado, contata clientes para a comercialização do serviço de caixas postais. Por possuir uma estrutura própria e ser feito por empresas terceirizadas o setor de atendimento ao serviço pré-pago e o *telemarketing* não farão parte do estudo aqui apresentado.

Desta forma, a estrutura do ambiente estudado é apresentado na figura abaixo.

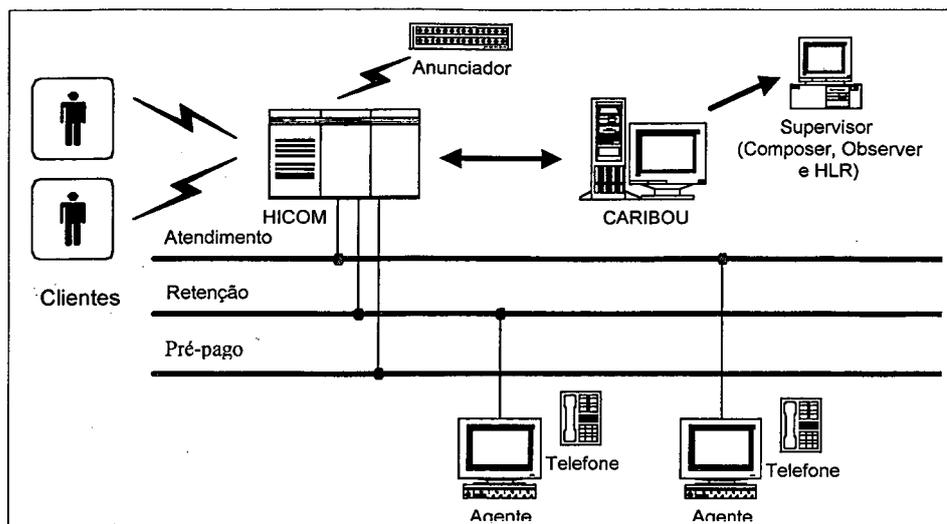


Figura 4.1 - Estrutura do call center do ambiente estudado

4.1.1 Descrição dos Equipamentos da Estrutura do Call center

Anunciador : Anuncia mensagens de marketing e músicas para os clientes que se encontram nas filas de espera. A mensagem e a música são enviadas a um único grupo de clientes por vez.

Caribou : É o servidor que gerencia e monitora o Hicom. Nesse encontra-se toda a base de dados do *call center*, estando a mesma em uma linguagem própria desenvolvida pela *Siemens Co.*

Hicom : É a central do *call center*. Nela encontra-se o receptor de chamadas e o DAC. Sua função é gerenciar todo o sistema de *call center* conforme a configuração feita. Atualmente, possui um slot com 2 E1 (interface que permite a conexão de canais digitais com as PA's), sendo que cada E1 possui 30 canais, totalizando 60 canais que podem ser alocados dinamicamente como “entrantes” ou “saintes”.

Supervisor : Módulo que contém os seguintes aplicativos :

- **Composer**: supervisiona o atendimento, indicando como está sendo processado o tráfego. Permite administrar a criação de agentes e as características do roteamento, além de fornecer relatórios com dados históricos.
- **Home Location Register (HLR)**: é o processador central que armazena todos os dados do cliente, tais como classes, facilidades, bloqueio, número de série, dentre outros. O HLR mantém um registro da localização e estado de cada cliente, o que facilita a localização do cliente no caso dele estar deslocado. A vantagem do HLR é

o aumento da capacidade de armazenamento de clientes e a diminuição da carga de processamento das centrais ligadas a ele.

- **Observer** : Permite o acompanhamento dos agentes em tempo real.

Até o dia 19/06/00 essa era a situação do *call center* em estudo. Contudo, nesta data passou-se a utilizar a tecnologia da Lucent Technologies. Esta, contempla as facilidades da URA, CTI, Predictive Dialer.

Com a implantação desta nova plataforma, o serviço de telemarketing foi suspenso, bem como o setor de retenção e fidelização de clientes, que passou a ser realizado pela holding da empresa. Com esta mudança foi possível centralizar o atendimento em um único prédio. O atendimento ao serviço pré-pago ainda é prestado pela empresa terceirizada, contudo com algumas alterações que serão relatadas posteriormente.

Esta postura teve que ser tomada em virtude de problemas constantes com a ANATEL, pois as metas do atendimento não estavam sendo cumpridas em virtude de uma grande demanda reprimida. Desta forma, com a implantação da nova plataforma o *call center* passou de sessenta para noventa canais.

Também deve ser lembrado que a empresa em estudo não apresenta um bom plano de contingência, pois quando queima uma placa, por exemplo, até a troca da mesma não haverá atendimento.

Um vez que o *Call center* em estudo já está em funcionamento, estão armazenados os dados quanto ao volume de chamadas recebidas, atendidas, abandonadas, TMA e TMF, tanto diárias como mensais.

Contudo, faz-se necessária uma explicação minuciosa e detalhada do roteamento das chamadas a partir da chegada das mesmas no PABX da empresa.

O setor de atendimento funciona no período das 6:00 às 24:00 horas durante todos os dias da semana. Tem capacidade máxima de 52 agentes trabalhando simultaneamente em suas posições de atendimento (PA's). A distribuição dos agentes é feita mediante o cálculo das necessidades. Este cálculo é feito três vezes por semana. Contudo, a atualização da escala de trabalho dos agentes é feita apenas quando o nível de serviço sofre algumas alterações bruscas ou quando há mudança no roteamento das chamadas. Cada agente trabalha 6 horas consecutivas por dia com direito a 15 minutos de intervalo para lanche, 10 para wrap-up (que consiste num intervalo para que o agente possa ir ao banheiro ou realizar uma chamada). Além disso, eles devem fazer 5 minutos

de ginástica antes de inicializar suas atividades e 5 minutos durante o expediente. Cada PA possui um computador ligado a uma ferramenta de suporte ao *call center* e um canal telefônico que é usado apenas para o recebimento de chamadas que está ligado ao DAC. Através do computador, o agente realiza consultas, registra reclamações e faz alterações na base de dados conforme a solicitação do cliente. Por ser um sistema on-line, estimula, facilita e agiliza a consulta feita pelo operador quando se encontra em atendimento. Se esta pesquisa fosse realizada manualmente, o TMA seria muito maior. Após o término de cada ligação o canal do agente fica indisponibilizado por 7 segundos para que seja feito o cadastramento das ligações recebidas.

Quando o atendente recebe uma ligação ele identifica a necessidade do cliente. Se a necessidade puder ser resolvida no seu setor ele o faz. Contudo, se a mesma for referente a cancelamento de contrato, a ligação é transferida para o setor de retenção e fidelização de clientes, liberando o agente e seu respectivo canal, passando a alocar um agente da retenção. O mesmo ocorre se a necessidade for referente ao serviço pré-pago, sendo que, neste caso, a ligação é transferida para o setor de atendimento ao serviço pré-pago. Como este serviço localiza-se em outro prédio, na transferência são alocados dois canais, ou seja, um entrante e outro sainte.

O sistema de *call center* em estudo permite que existam filas de espera de chamadas de clientes quando todos os agentes de um determinado setor estiverem ocupados. As filas ocorrem tanto para ligações externas de um cliente quanto para transferências do setor de atendimento para os demais.

O tamanho dessa fila varia de acordo com o número de canais alocados no momento, sendo que essa alocação é realizada dinamicamente pelo DAC que contempla atualmente 90 canais. Desta forma, quando todas as 52 PA's estiverem alocadas, ficarão disponíveis 38 linhas para os serviços de filas. Após preenchidos todos os canais disponibilizados para as filas, as ligações externas são descartadas.

As ligações que saem do setor de atendimento com destino ao setor de atendimento ao serviço pré-pago, alocam 2 canais, sempre que elas se completarem. Esses canais também são alocados dinamicamente. Assim, se houver uma ligação para o setor pré-pago e existirem 5 canais para fila liberados, 2 desses canais serão alocados, restando apenas 3 canais para as filas. Se não existirem canais suficientes para realizar a transferência da ligação do setor de atendimento para o setor pré-pago, é feito o atendimento neste setor ou preenchido um formulário para que o cliente seja contatado

posteriormente.

Através da facilidade da URA, que contém vários roteiros para encaminhamento das chamadas, bem como informações que podem sanar as dúvidas dos clientes, não sendo necessário a intervenção humana, o número de chamadas atendidas pelos agentes foi reduzido consideravelmente.

Além disso, como o número de chamadas referentes ao serviço pré-pago aumentou, devido ao aumento significativo do número de clientes que utilizam este plano, a empresa terceirizada estava recebendo um volume de chamadas superior ao contrato estabelecido. Sendo assim, foi elaborado um menu na URA, que permitiu dividir as informações do serviço.

4.2 Caracterização da Carga de Trabalho

A carga de um *call center*, ou seja, o volume de chamadas recebidas varia de um período para outro, de maneira não uniforme, de acordo com as necessidades dos usuários. As variações ocorrem de estação para estação, de mês para mês, de dia para dia, de hora para hora, etc.

As causas destas variações são várias, dentre as quais podemos ressaltar as seguintes:

- Atividades periódicas em determinadas regiões ou localidades;
- Feriados ou dias festivos, tais como: Natal, Ano Novo, Dia das Mães, etc;
- Fato do horário ser comercial ou não;
- O comportamento do usuário.

As principais variações do tráfego telefônico serão descritas na sequência.

4.2.1 Variações Sazonais

Na maioria das localidades ou regiões, o período que apresenta mais alto tráfego ocorre em determinada estação do ano.

A estação de mais alto tráfego é diferente para diferentes regiões ou localidades, variando em grandeza e duração. Esta variação, normalmente, depende das atividades econômicas desenvolvidas na região (agricultura, indústrias sazonais, turismo, etc.). As variações sazonais para uma mesma central ou área, geralmente apresentam o mesmo modelo de ano para ano.

A figura 4.1 apresentada abaixo, apresenta as variações sazonais durante os meses dos anos de 1999 e 2000.

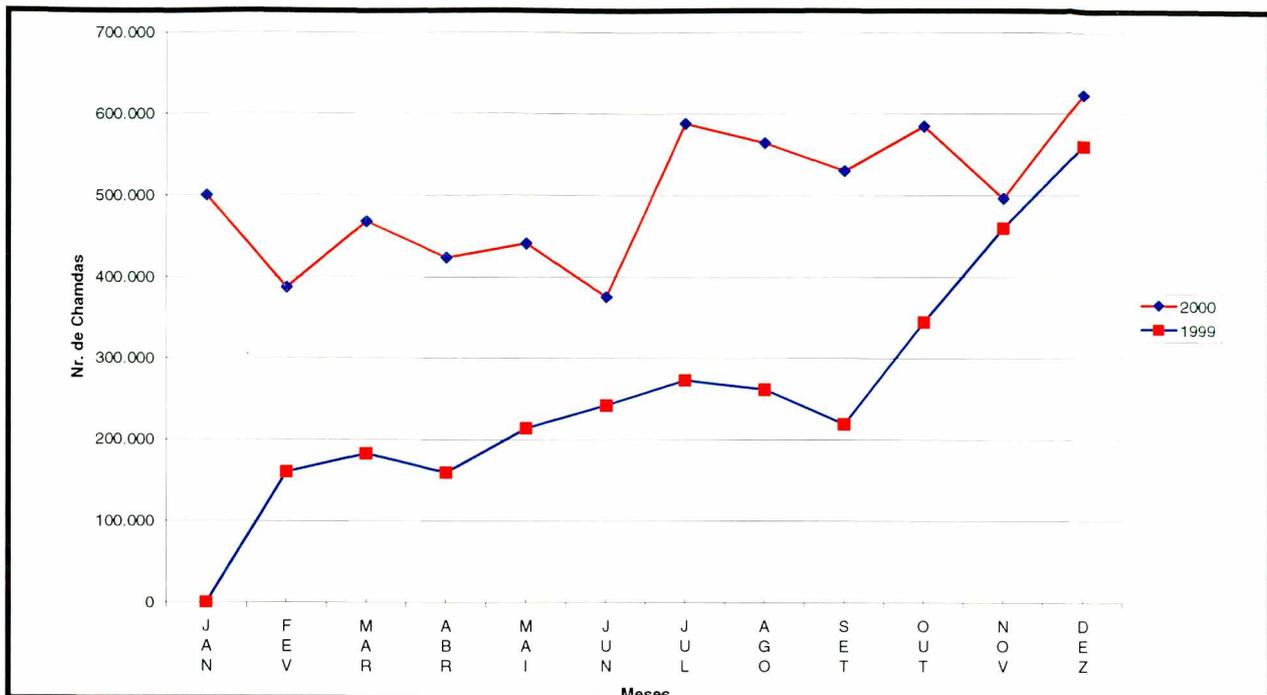


Figura 4.2: Gráfico representando o volume de chamadas recebidas em 1999 e 2000 por mês.

Através deste gráfico pode-se constatar que a carga de um *call center* de uma empresa de telecomunicações apresenta as seguintes características:

- Incremento de chamadas de fevereiro a março, ocorrendo uma queda no mês de abril;
- Em maio ocorre novamente uma ascensão gradativa até o mês de julho. Em julho do ano 2000 há um aumento significativo do volume de chamadas em virtude da mudança da plataforma da central de atendimento ocorrida no mês anterior, bem como um acréscimo de 30 canais, devido ao grande número de congestionamento que estava ocorrendo. Desta forma, como a migração do sistema ocorreu no mês de junho, neste mês houve um congestionamento mais acentuado porque a alteração implicou na redução do número de canais para o atendimento;
- Nos meses de agosto, setembro e outubro pode-se perceber um mesmo comportamento das chamadas nos dois anos que estão sendo comparados;
- Em novembro de 1999 há um volume virtuoso em decorrência da mudança no sistema de faturamento o que ocasionou alguns problemas com as contas dos clientes da empresa;
- No mês de janeiro de 1999 não há dados armazenados.

Desta forma, pode-se concluir que o comportamento do cliente de um *call center* de telecomunicações varia de acordo com a qualidade dos serviços prestados pela empresa, bem como a performance da central de atendimento.

4.2.2 Variações Durante o Dia

Para uma mesma central de atendimento, a variação do tráfego durante o dia apresenta um modelo bem definido, que pode ser previsto em função das características da área atendida pela referida central.

Para uma central que atende uma área tipicamente comercial, ocorrem, normalmente, dois picos de tráfego, um no período da manhã, de maior valor e outro no período da tarde. No caso da área ser tipicamente residencial, ocorre um terceiro pico no período noturno. Em ambos os casos o tráfego apresenta, durante a madrugada, valores inexpressivos, conforme apresentado na figura 4.3.

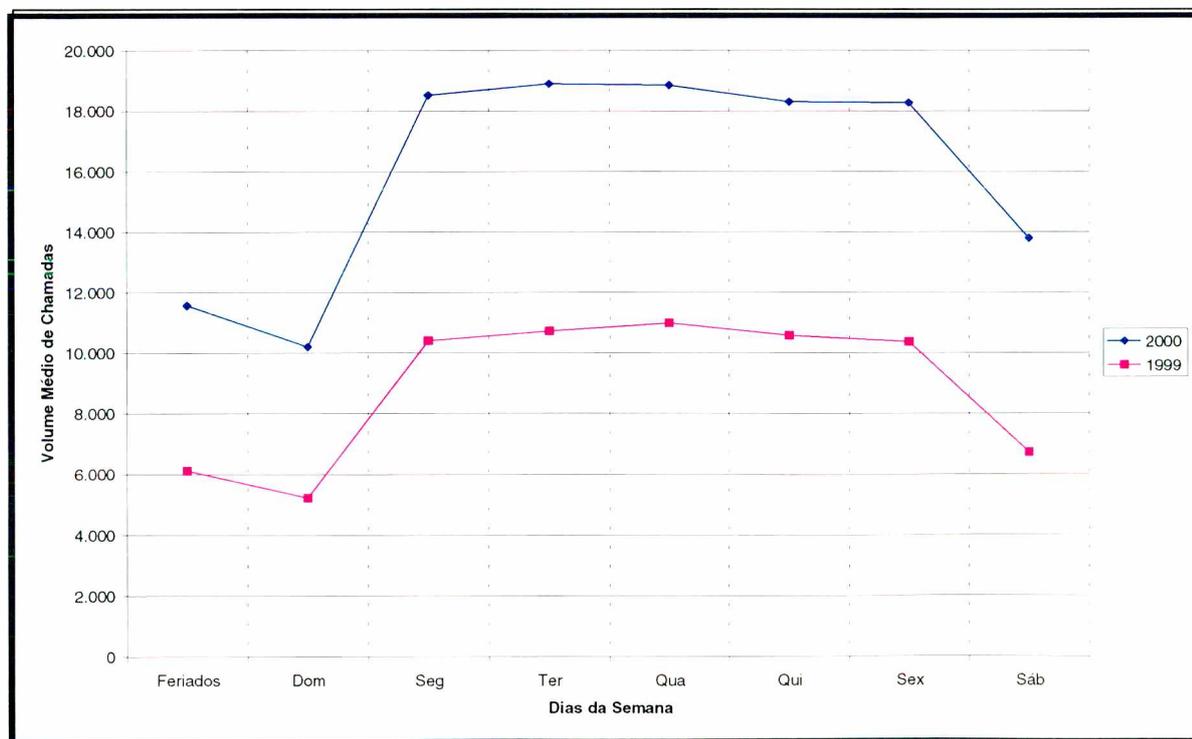


Figura 4.3: Variações durante o dia.

O gráfico acima ilustra o comportamento da média das chamadas em cada meia hora referente ao mês de dezembro. Sendo assim, pode-se dizer que neste mês não há uma variação muito significativa nos intervalos das onze horas às dezenove horas. Contudo, estas características mudam em outros meses do ano. Não houve como ilustrar tais mudanças no comportamento, em virtude da empresa em estudo não armazenar

estes dados por mais de trinta dias, devido as limitações da central de atendimento que está sendo utilizada.

4.2.3 Hora de Maior Movimento (HMM)

A hora de maior movimento é definida como sendo o período de sessenta minutos consecutivos durante o qual o tráfego é máximo. A HMM no Brasil ocorre, normalmente, dentro do período de 09:00 às 11:00. No entanto, isto não é a regra geral, já que pode ocorrer também à tarde e até à noite, dependendo das características de cada área específica.

Como o tráfego varia de dia para dia, é fácil concluir-se que existe praticamente uma HMM para cada dia do ano, não necessariamente coincidentes. Isto conduz a que seja utilizada na prática uma HMM média.

Para determinação da HMM, são efetuadas medições de tráfego durante cinco dias úteis consecutivos, com leituras a cada trinta minutos. Em seguida, é calculado o tráfego médio para cada hora sucessiva, a intervalos de trinta minutos. A hora à qual corresponder o tráfego máximo é a HMM.

A figura 4.4 apresenta a HMM referente ao mês de dezembro para o *call center* da empresa de telecomunicações em estudo. Através da aplicação da metodologia para a obtenção da HMM média, constatou-se que a mesma ocorre das 11:00 às 11:30. No entanto, pode-se perceber que se forem analisados os dias individualmente, a HMM varia de um dia para o outro.

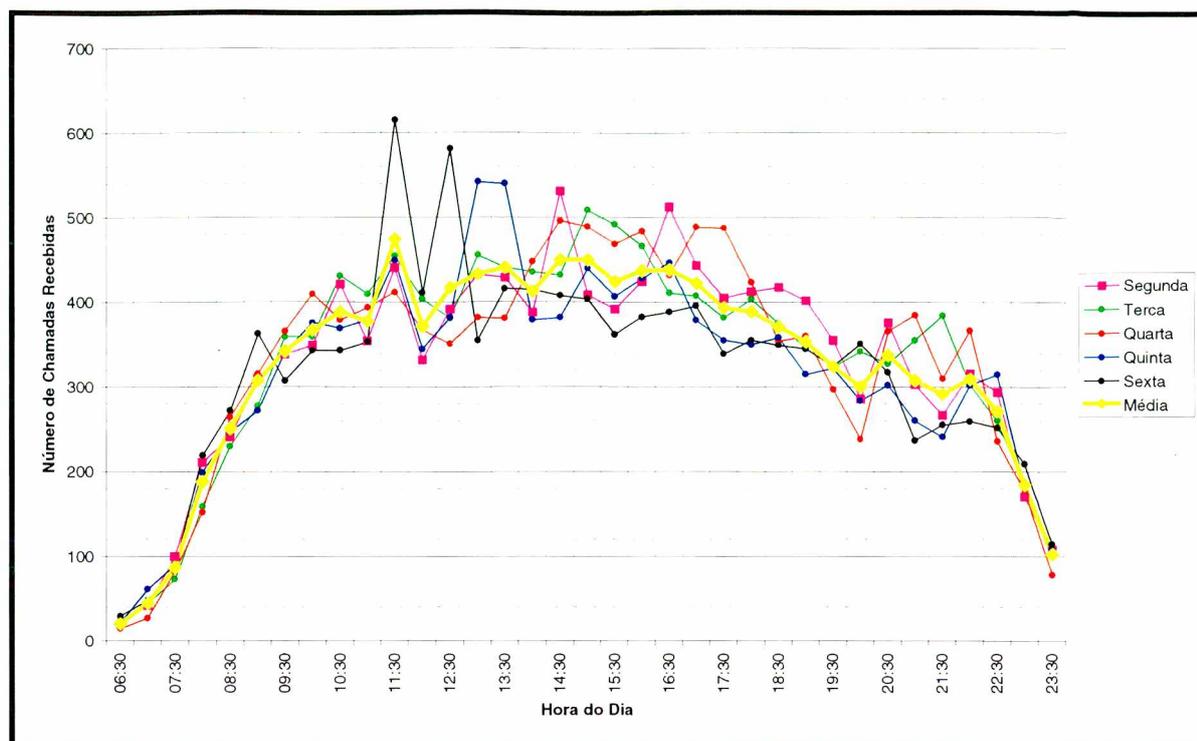


Figura 4.4: Variação da HMM

4.2.4 Variações com os Dias da Semana

O tráfego apresenta variações com os dias da semana. Geralmente ocorre um pico na segunda-feira, decrescendo normalmente até quarta-feira, quando começa a crescer atingindo um outro pico na sexta-feira. Aos sábados e domingos, o tráfego apresenta valores muito abaixo dos demais dias.

A figura 4.5 apresenta a variação dos dias da semana da central de atendimento em estudo. Os dados foram obtidos através de uma média dos dias da semana referentes aos anos de 1999 e 2000.

Através da mesma, pode-se perceber que o comportamento é o mesmo nos dois anos em análise, ou seja, na segundas-feiras há um volume um pouco inferior a terça, o qual é o dia em que tem-se um maior número de chamadas, ocorrendo uma queda relativamente pequena nas sextas-feiras. No sábado há uma decréscimo de aproximadamente 27% e nos domingos de mais ou menos 50%.

Também é nítido que nos feriados o comportamento das chamadas é semelhante ao dos domingos.

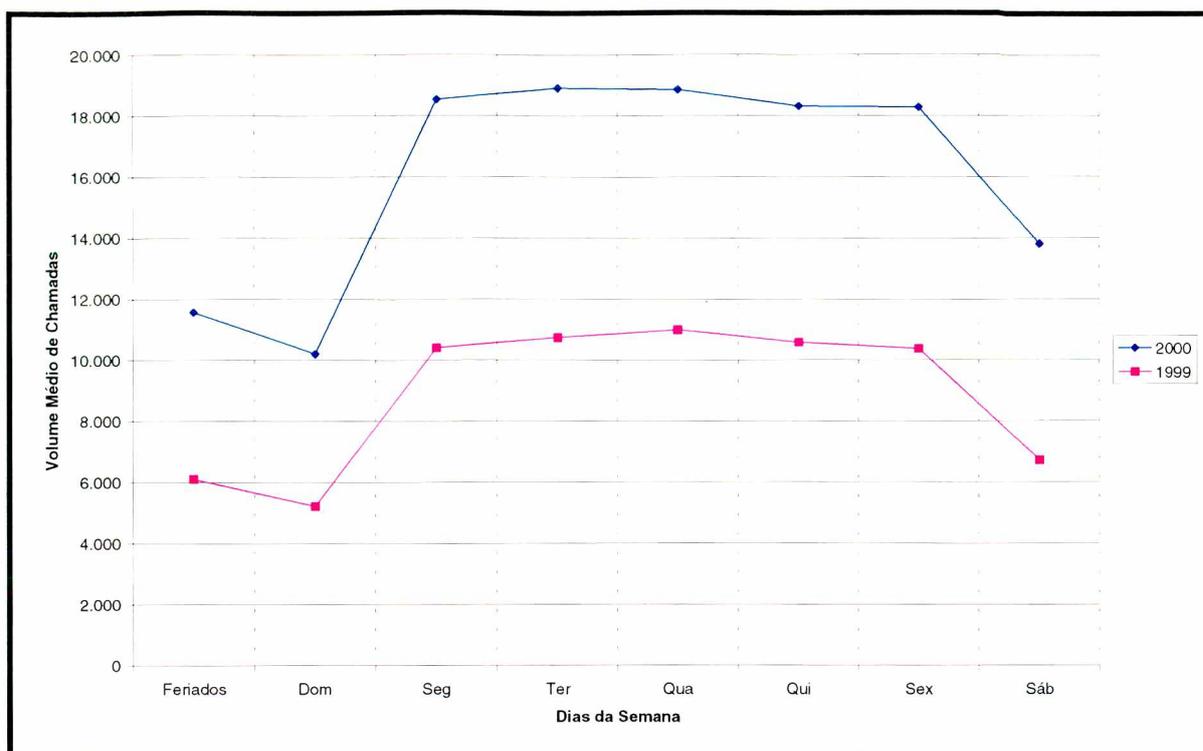


Figura 4.5: Variação dos Dias da Semana

4.2.5 Variação da Taxa de Chamadas

Uma importante fonte da variação é a taxa de chamadas por assinante.

Alguns assinantes utilizam mais o telefone que outros. Normalmente, assinantes comerciais originam mais chamadas que assinantes residenciais. No entanto, entre assinantes de mesma classe também ocorrem grandes variações da taxa de chamadas.

A empresa em estudo não utiliza estes dados para variação das chamadas na sua central de atendimento.

4.2.6 Variação da Duração das Chamadas

Outra importante fonte da variação do tráfego telefônico é a variação do tempo de duração das chamadas.

A duração das chamadas é constituída pelos seguintes intervalos de tempo:

- Tempo de discagem;
- Tempo de processamento;
- Tempo de conversação;
- Tempo de desconexão.

Muitos fatores podem influenciar na duração das chamadas, tais como a hora em que são realizadas, o tipo de conversação, o resultado da chamada, o comportamento do assinante, o desempenho do sistema, etc.

4.3 Modelo de Carga

Após a caracterização da carga de trabalho que apresenta variações não uniformes como já explicado anteriormente e visualizado através do estudo de caso, faz-se necessário a elaboração de um modelo de carga.

Para um SAC que será construído, o ideal é fazer um *benchmarking* com empresas de áreas afins, e procurar saber o volume de chamadas que as mesmas recebem a cada meia hora. Como estas informações são confidenciais e muitas empresas não divulgam, uma outra forma de iniciar um *call center* é enviar uma mala direta aos clientes potenciais e montar a central com um número reduzido de posições, já prevendo seu crescimento.

Como já mencionado anteriormente, sabe-se que 40% dos clientes ligam para um *call center*. Contudo, para um SAC de empresas de telecomunicações brasileiras este índice é maior, 65%.

Com os primeiros dias de funcionamento do mesmo, pode-se fazer estimativas do volume de chamadas a cada meia hora que este *call center* irá receber. Contudo, percebe-se que os dias da semana possuem características diferentes. Sendo assim, um estudo minucioso faz-se necessário.

Contudo, se o *call center* já está em funcionamento e há registros passados do volume de chamadas que a central recebe, o trabalho é um pouco mais fácil. Primeiramente precisa ser feito um estudo minucioso das características de cada dia da semana, bem como verificar se os mesmos possuem as mesmas características. Se há grandes oscilações, é preciso saber se alguma ocorrência significativa ocorreu que justifique tal oscilação.

Desta forma, um modelo genérico que pode ser aplicado para empresas de qualquer ramo é apresentado na figura abaixo.

Intervalos	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
06:30	9	20	17	14	21	29	22
07:00	13	42	44	27	61	48	34
07:30	24	100	73	82	90	89	49
08:00	47	211	159	152	199	219	99
08:30	70	241	230	264	247	272	139
09:00	103	309	278	316	272	363	205
09:30	119	338	359	366	341	307	243
10:00	159	349	359	410	376	343	241
10:30	170	421	431	379	369	343	223
11:00	129	354	410	394	379	353	263
11:30	148	441	455	412	450	615	218
12:00	153	332	404	368	345	411	238
12:30	159	392	381	351	382	581	278
13:00	163	433	456	382	542	355	277
13:30	145	429	441	381	540	416	219
14:00	134	388	436	448	379	415	212
14:30	149	531	432	496	382	408	226
15:00	133	409	509	489	440	404	186
15:30	131	392	492	469	407	362	175
16:00	151	425	467	484	428	383	138
16:30	124	513	411	432	447	389	172
17:00	145	444	408	489	379	396	251
17:30	147	405	382	488	355	339	190
18:00	138	413	404	424	350	355	191
18:30	166	418	375	354	358	349	222
19:00	144	402	346	360	315	345	255
19:30	139	355	323	297	322	324	301
20:00	153	286	342	238	284	351	233
20:30	171	376	327	366	302	317	392
21:00	223	303	355	385	260	237	314
21:30	203	267	384	310	241	255	268
22:00	224	316	302	367	302	259	304
22:30	151	294	260	236	315	252	276
23:00	182	170	184	177	182	209	202
23:30	110	108	102	78	108	114	179

Figura 4.6: Modelo Genérico de Carga de Trabalho.

A figura 4.6 apresenta um modelo genérico de carga de trabalho, sendo que os dados foram completados com as informações do *call center* em estudo.

O modelo de carga deve ser elaborado de meia em meia hora em virtude das oscilações que ocorrem entre estes intervalos. Isso se deve a necessidade do cliente em realizar uma chamada, sendo que seu volume sofre drásticas variações entre alguns intervalos, independente do segmento da empresa.

Como pode-se observar na figura 4.6, a variação do volume de chamadas diárias, apresenta uma sazonalidade conforme já relatada na figura 4.4. Como o volume de chamadas nos feriados da central de atendimento em estudo possui comportamento similar aos domingos, a distribuição destes é aplicada.

Desta forma, a distribuição das chamadas é válida apenas para *call center* de

telecomunicações. Se fosse analisado um SAC de transportes aéreos, por exemplo, o comportamento das chamadas durante os dias seria um pouco diferente, conforme pode ser observado na figura 4.7.

Intervalos	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
00:00 - 00:30	85	104	101	115	126	100	56
00:30 - 01:00	60	58	72	66	92	80	45
01:00 - 01:30	57	45	51	50	56	57	47
01:30 - 02:00	38	25	27	38	41	41	47
02:00 - 02:30	34	17	15	31	33	36	27
02:30 - 03:00	21	14	15	23	27	29	25
03:00 - 03:30	16	15	10	19	21	21	20
03:30 - 04:00	13	9	11	15	20	22	19
04:00 - 04:30	18	7	9	14	12	17	12
04:30 - 05:00	11	11	5	10	18	16	11
05:00 - 05:30	8	8	11	13	25	22	10
05:30 - 06:00	16	14	9	13	21	23	10
06:00 - 06:30	27	39	37	42	56	42	80
06:30 - 07:00	48	52	47	86	67	47	69
07:00 - 07:30	92	90	102	142	126	75	106
07:30 - 08:00	146	177	185	256	209	123	145
08:00 - 08:30	190	267	245	212	300	174	195
08:30 - 09:00	329	454	370	324	483	295	260
09:00 - 09:30	843	840	631	809	811	384	176
09:30 - 10:00	988	944	718	921	966	681	278
10:00 - 10:30	1007	1019	800	1020	1024	672	319
10:30 - 11:00	1071	1040	794	1059	960	673	380
11:00 - 11:30	1106	1066	829	1042	1047	621	395
11:30 - 12:00	1130	1120	816	974	1089	616	398
12:00 - 12:30	991	1012	714	932	926	567	421
12:30 - 13:00	953	711	741	1024	914	501	387
13:00 - 13:30	1095	989	742	1056	956	508	387
13:30 - 14:00	1120	1113	771	1039	1068	353	376
14:00 - 14:30	1062	1080	787	1024	1092	303	391
14:30 - 15:00	1134	1014	781	944	1061	296	374
15:00 - 15:30	1133	1019	702	981	989	284	335
15:30 - 16:00	1105	1029	698	937	1041	293	301
16:00 - 16:30	1087	1030	752	968	981	281	322
16:30 - 17:00	1070	1045	717	912	970	305	315
17:00 - 17:30	1085	784	624	775	871	267	338
17:30 - 18:00	1077	766	648	790	820	276	349
18:00 - 18:30	957	720	651	741	746	287	341
18:30 - 19:00	865	656	553	722	658	285	381
19:00 - 19:30	782	586	475	639	617	282	370
19:30 - 20:00	756	526	434	545	612	283	374
20:00 - 20:30	948	705	553	739	685	275	265
20:30 - 21:00	1209	832	556	821	711	296	253
21:00 - 21:30	599	385	339	423	407	235	308
21:30 - 22:00	582	348	294	438	359	202	238
22:00 - 22:30	500	341	260	338	292	252	269
22:30 - 23:00	406	294	231	302	255	196	229
23:00 - 23:30	316	236	209	243	206	166	165
23:30 - 00:00	190	145	159	172	161	118	127

Figura 4.7: Modelo de Carga de um SAC de Transportes Aéreos

Sendo assim, conclui-se que o ramo da empresa é o fator dominante para distribuição das chamadas em seus respectivos intervalos.

4.4 Dimensionamento e Projeção de Volumes

Após o modelo de carga de trabalho deve ser feito o controle e alocação dos recursos humanos e técnicos buscando o equilíbrio entre custo e qualidade. Para que o sucesso possa ser alcançado, as seguintes tarefas têm de ser executadas:

- **Dimensionamento:** é a distribuição conveniente dos recursos humanos, a fim de garantir o mínimo de operadores de atendimento disponíveis, para que os clientes sejam atendidos dentro dos padrões de qualidade pré-definidos. O dimensionamento ideal depende diretamente de uma projeção de volumes mês a mês, dia a dia e hora a hora com o menor desvio possível. Depende também de premissas bem definidas. O resultado do bom dimensionamento já não depende diretamente da área de tráfego e sim da gerência da área de atendimento que irá controlar o seu cumprimento. Esta é a grande estrela da área de tráfego, pois com um dimensionamento bem elaborado o *call center* passa a ter eficiência, alcançando os índices de qualidade desejados com custos reduzidos.
- **Projeção de Volumes:** consiste na previsão de carga de trabalho que o *call center* receberá. Essa verificação pode ser feita através de estimativa ou estatística sobre o histórico de todos os indicadores. Esse pode auxiliar futuramente em projeções, estudos e análises de mudanças de comportamento, crescimento, nível de utilização do *call center* facilitando a execução desta tarefa. Pode ser feito através de arquivos digitais ou físicos, elaborados e alimentados pela área de tráfego. Com uma projeção acurada, a área de tráfego terá grandes chances de obter sucesso na elaboração do dimensionamento e, poderá também elaborar o orçamento para recursos humanos e técnicos. Para fazer uma projeção de volumes pode-se utilizar softwares disponíveis no mercado ou partir para a estatística pura e simples. É importantíssimo que o dimensionamento seja feito também para recursos técnicos como portas de URA, DAC, linhas telefônicas e/ou LP's. Segundo [SIL99] para fazer esta projeção faz-se necessário analisar as seguintes premissas:
 - Em que dias da semana e horários será realizado o atendimento?
 - A facilidade da URA será utilizada ou o atendimento ficará restrito ao humano?
 - Quantas ligações serão atendidas por mês?

- Qual o volume de ligações diárias? Esta pergunta consiste no total de ligações que a central recebe em um dia. Independente do volume que se prevê para cada dia, ele deverá respeitar a curva de distribuição de ligações deste dia e desta central. Nessa etapa também é feita a distribuição de ligações, que corresponde ao percentual de ligações que são recebidas a cada hora, ou meia hora, tendo como universo o total de ligações do dia, e é importante frisar que os dias possuem características diferentes, por exemplo, uma segunda-feira dificilmente será igual a uma sexta-feira ou domingo. Portanto, é preciso ter cuidado ao escolher a curva de distribuição de ligações antes de elaborar um dimensionamento.
- Qual será o Tempo Médio de Atendimento (TMA)? TMA é o tempo que se inicia quando um operador atende o cliente, até quando ele desliga. Essa premissa se possível, deve ser medida no mínimo a cada meia hora. O TMA é um índice de grande influência no custo, e deve ser acompanhado e constantemente trabalhado para sua redução ou manutenção. Por exemplo : Uma central que recebe 10.000 lig/dia das 08:00 às 20:00 hrs e trabalha com um Nível de Serviço de 90% em 30 segundos, praticando um TMA de 200 segundos, vai precisar ter neste dia aproximadamente 170 operadores e 96 linhas telefônicas (pulmão de 10%). Se o TMA aumentar para 220 segundos, o número de operadores necessários aumenta para 186 e as linhas para 105. A diferença de poucos segundos em uma ligação tem grande impacto no custo operacional do *call center* e afeta diretamente a capacidade de atendimento. Desta forma, pode-se dizer que o TMA é um índice de ida e volta e deve ser acompanhado para que se possa fazer ajustes no dimensionamento e estabelecer sempre novas metas. Sendo assim, é importante trabalhar continuamente o TMA da central, pois é grande gerador de custo e geralmente o ganho em qualidade também é percebido. Segundo [SAN00] o que prejudica o atendimento é a pouca informação dos atendentes que necessitam muitas vezes recorrer à supervisão, ocasionando uma grande demora no atendimento. Contudo, se a consulta não é feita, pode acabar ocorrendo respostas erradas. De acordo com [SIM99] o TMA praticado é 300 segundos. Desta forma, deve-se treinar a objetividade dos atendentes para diminuí-lo.
- Qual o tempo de espera ou nível de serviço adequado? Esse item está diretamente ligado à qualidade do *call center* e, pode ser dividido em dois índices:
 - a) A.S.A. (*Average Speed of Answer*): É o tempo médio de espera de

todos os clientes que ligaram para a central, inclusive espera zero; ou seja, quanto tempo em média os clientes ficaram em espera agradável até serem atendidos pelo atendimento humano. Este índice é também conhecido como Tempo Médio de Resposta (tradução) e em alguns DAC's aparece como Tempo Médio de Fila (TMF). O mercado está apresentando já há algum tempo a preferência pelo Nível de Serviço.

b) Nível de Serviço: É o percentual de clientes que são atendidos dentro de um tempo de espera considerado aceitável. O tempo de espera que se trabalha no mercado é de 15 a 40 segundos, dependendo do mercado de atuação. Contudo, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) informa que o nível de serviço ideal é 10 segundos. Este índice é bidirecional, ou seja, usamos para saber quantos operadores precisamos ter em operação (*bodies in chair*) e também para termos o retorno de como está o dimensionamento ou o seu cumprimento. Todos os DAC's de uma forma ou de outra fornecem esta informação. Para [SIM99] situações paradoxais são produzidas pela falta de consideração com o cliente, comum em vários departamentos de muitas empresas. Há corporações, por exemplo, que compram tecnologia que lhes permite escolher o tamanho da fila de espera, assim como o tipo de mensagem que o cliente vai ouvir enquanto espera. "É um absurdo, porque nem deveria haver espera." Empresas não devem comprar tecnologia para depois usá-la, mas primeiro saber o que querem para depois escolher tecnologia.

- Qual o percentual de perda de chamadas? Segundo [SIM99], o número de agentes deverá ser calculado de acordo com as características da demanda de ligações ao longo do período de atendimento. Essa característica irá variar em função do negócio de cada empresa.

Com base neste estudo, pode ser elaborado o cálculo das necessidades, ou seja, quantos atendentes são necessários para atender o volume de chamadas recebidas a cada meia hora, ou a cada uma hora. Isso é claro num *call center* receptivo. Num *call center* ativo, que consiste basicamente no telemarketing, há metas a serem cumpridas. Para que consigam alcançar estas metas, ou seja, vender a quantidade necessária é interessante ter

um bom script, bem como treinar os atendentes para que eles sejam bem convincentes. No *call center* ativo, então não há necessidade de um bom dimensionamento. O que deve ser analisado é o custo das ligações em cada horário, qual o período que ocorre maior número de vendas para determinada localidade e verificar sempre quais as tarifas mais baratas ou tecnologia disponível que irá suprir as necessidades do *call center* com um custo reduzido. Para este tipo de *call center*, a ferramenta denominada *predictive dialer*, ou seja, discador automático é fundamental, pois a chamada só será transferida para o atendente quando o cliente atendeu. Também há como ter um maior controle das chamadas que o agente está realizando, uma vez que os números estão na base.

Como o enfoque deste trabalho é o dimensionamento de um *call center* receptivo, o cálculo das necessidades pode ser feito da seguinte forma:

- média de pico: efetuar a projeção de volume das chamadas recebidas, tendo como base os dias que houve maior número de chamadas;
- média: efetuar o cálculo através de uma média de chamadas recebidas;
- média aritmética com fator de ajuste: efetuar o cálculo da média e aplicar um fator de ajuste para que não tenha oscilações muito grandes em intervalos de meia hora;
- média intermediária: consiste em selecionar apenas os valores intermediários para obtenção dos dados.

Como descrito acima, uma das variáveis envolvidas para a elaboração da projeção de volumes é o número de chamadas recebidas no período em que está sendo analisado. Contudo, faz-se necessário também do TMA (Tempo Médio de Atendimento), que consiste no tempo em que o agente ficou conversando com o cliente e o grau de serviço ou tempo médio de fila (TMF) aceitável. Esse último é o tempo médio de espera suportável ao cliente até o mesmo ser atendido pelo agente. Nesta etapa deve ser considerado se o *call center* terá apenas atendimento humano ou terá a possibilidade da URA (Unidade de Resposta Audível). Dependendo do script contido na URA, ou seja, as facilidades que a mesma apresenta, 40% das chamadas poderão ser resolvidas pela mesma, não sendo necessário a intervenção humana.

Com a coleta destes dados, elabora-se uma planilha no Excel conforme apresentada na figura abaixo.

Nesta figura, foi utilizada a média intermediária para obtenção do volume das chamadas recebidas.

HORÁRIO	CHAMADAS				MÉDIA	TMO				MÉDIA	TMA (PER.)	NECES.
	21/Ago	01/Set	04/Set	11/Set		21/Ago	01/Set	04/Set	11/Set			
06:30	14	12	22	28	18	69	69	103	70	78	89	2,4
07:00	32	36	46	53	41	105	96	112	84	99	89	3,9
07:30	70	118	95	110	103	102	105	135	110	113	126	10,2
08:00	134	206	167	198	183	142	106	159	129	134	126	16,3
08:30	205	267	302	303	285	121	134	129	136	130	126	23,8
09:00	278	377	344	375	360	129	122	143	126	130	126	29,3
09:30	338	393	434	382	388	128	109	134	124	124	126	31,4
10:00	326	335	366	373	351	127	109	130	122	122	126	31,4
10:30	350	375	457	424	400	126	108	140	132	127	126	32,4
11:00	370	408	459	430	419	130	108	129	144	128	126	32,4
11:30	319	393	411	412	402	136	120	133	135	131	126	32,4
12:00	296	312	414	331	322	131	133	104	128	124	126	27,1
12:30	316	264	415	341	329	126	117	112	127	121	126	27,1
13:00	369	318	415	351	360	122	131	126	129	127	126	29,3
13:30	399	307	429	305	353	120	133	134	142	132	139	32,2
14:00	382	307	419	416	399	124	144	137	131	134	139	32,9
14:30	340	335	438	368	354	130	132	135	142	135	139	32,9
15:00	370	310	399	365	368	138	152	138	139	142	139	32,9
15:30	352	293	330	344	337	157	152	142	157	152	139	30,6
16:00	327	293	342	68	310	137	149	144	235	166	139	30,6
16:30	312	299	367	428	340	130	144	136	157	142	139	30,6
17:00	373	295	344	387	359	132	114	147	136	132	139	30,6
17:30	352	277	379	325	339	138	148	142	127	139	139	30,5
18:00	289	250	335	336	312	137	143	134	134	137	139	28,4
18:30	302	258	361	304	303	125	129	113	124	123	139	27,6
19:00	270	216	296	282	276	129	133	137	124	131	139	25,4
19:30	250	181	278	272	261	113	136	131	112	123	126	22,1
20:00	237	255	317	261	258	119	114	145	125	126	126	21,9
20:30	317	205	331	263	290	135	118	123	138	129	126	21,9
21:00	271	158	311	249	260	136	126	162	129	138	126	21,9
21:30	205	151	271	216	211	107	123	151	118	125	126	18,4
22:00	148	133	178	161	155	115	104	127	125	118	126	14,1
22:30	124	130	139	144	135	128	120	160	113	130	126	12,6
23:00	80	82	122	90	86	127	99	124	147	124	126	8,8
23:30	64	55	78	99	71	122	103	118	152	124	126	7,6
	9181	8604	10811	9794	9730							

Versão: 15/09/00 - 10:22

Figura 4.8 – Apresentação do Cálculo das Necessidades para Confeção da Escala de Trabalho.

Como o TMA é o fator que mais influencia, uma vez que o aumento de 5 segundos do mesmo acarretará na necessidade de maior número de agentes, o cálculo do TMA deveria ser calculado através de média ponderada, ou seja, proporcional ao número de chamadas. Isso pois quando há espera os agentes precisam ser mais objetivos não sendo possível executar vendas cruzadas durante do atendimento. Sendo assim, o equipamento utilizado precisa fornecer este número aos atendentes, ou o supervisor informar.

Contudo, na figura 4.8 o TMA foi calculado através de média aritmética

simples, padrão este adotado pela empresa.

Uma vez que não se deve ter muita oscilação no TMA procura-se efetuar uma média TMA (PER.) entre os intervalos conforme pode ser observado na figura 4.8.

A próxima variável a ser considerada para que possa ser efetuado o cálculo das necessidades é o grau de serviço ou o Tempo Médio de Fila (TMF). Para empresas de telecomunicações a ANATEL prevê que as chamadas devem ser atendidas em até 10 segundos.

A partir destes dados é feito o cálculo das necessidades. Segundo Erlang, a fórmula a ser empregada é dada por:

$$X = \frac{\text{TMA} \times \text{Número de Chamadas Recebidas}}{\text{Período de Observação}}$$

X representa o volume de tráfego oferecido no período em análise. A partir deste volume em Erlang, faz-se necessário consultar a tabela que se encontra em anexo a qual fornecerá o número de atendentes necessários.

Nesta tabela, conforme a legislação prevê, o número de abandono aceitável é 1%. Para utilização da tabela que encontra-se em anexo deve-se pegar o resultado obtido na variável X, utilizada na fórmula acima, e procurar na coluna 1% o valor mais próximo ao obtido. Encontrado este valor deve-se seguir esta linha que contém ao lado da tabela o valor de N, ou seja, o número de agentes necessários para atender a demanda.

Tendo as necessidades calculadas, ou seja, sabendo-se quantos atendentes são necessários para atender a demanda de chamadas recebidas será elaborado o dimensionamento, que consiste basicamente na alocação dos atendentes em suas PA's.

Perante a legislação em vigor, pessoas que trabalham com fones podem trabalhar apenas seis horas diárias, tendo uma jornada de 36 horas semanais.

Sabendo-se que cada dia da semana possui características diferentes, pode-se prever a quantidade de pessoas que poderão estar de folga em determinados dias.

Para a elaboração completa de uma escala de trabalho, vários fatores devem ser considerados de acordo com a legislação e política da empresa, tais como:

- Férias: um atendente não pode gozar de suas férias antes de ter completado um ano na empresa, nem deixar vencer o segundo ano sem as mesmas;
- Absenteísmo: deve ser considerado que atendentes, sendo seres humanos, podem ficar doentes, ter problemas externos que os impeçam de trabalhar. Para

isso, históricos passados ajudam nesta previsão;

- INSS: atendentes afastados da empresa por motivos de doença. Neste caso, quando o atestado fornecido for superior a quinze dias, este recurso é considerado, bem como licença-maternidade;
- Licença-paternidade, aborto, casamento, solicitação jurídica, convocação para eleições: como são poucos dias, são enquadrados no absentéismo.
- Empréstimo: um atendente pode ser afastado para trabalhar em outro setor por um curto período de tempo, prestando outras atividades, como por exemplo, ajudar a responder dúvidas dos clientes que os agentes não puderam sanar no atendimento.

Dependendo da política da empresa, podem ser feitas priorizações no atendimento, seja a mesma por serviço ou cliente. Na figura 4.9 é apresentado um modelo de escala de trabalho apresentando a priorização por clientes, ou seja, clientes mega, que são clientes potenciais possuem preferência para o atendimento e são atendidos por agentes especializados.

Além das variáveis já relatadas, o atendente tem direito a:

- Lanche: que pode ou não estar incluso no horário de trabalho;
- Wrap-up: intervalo concedido ao atendente para prover necessidades pessoais;
- Ginástica Laboral: caso a empresa disponha deste recurso. A mesma pode prevenir doenças como LER (Lesão por Esforços Repetitivos).

Horários	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mega	27	1	2	4	7	7	10	10	10	10	10	11	10	10	11	11	12
Outros	93	4	7	12	19	27	33	33	33	35	38	38	34	34	29	30	32
Total Geral	120	5	9	16	26	34	43	43	43	45	48	49	44	44	40	41	44
Férias Mega																	
Férias Outros				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	4
INSS Mega																	
INSS Outros*																	
Empréstimo Mega																	
Empréstimo Outros										1	1	1	1	1	1	1	1
Total Ingresso	5	9	16	25	33	42	42	42	44	47	48	43	41	37	38	40	
Lanche Mega	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1
Lanche Outros	0	0	2	1	2	3	1	3	1	3	5	8	7	8	0	0	3
Absenteísmo	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total Mega Real	1	2	4	6	7	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	11	11
Total Outros Real	4	7	10	16	23	28	30	28	30	29	30	27	24	21	24	25	23
Total Real	5	9	14	22	30	37	39	37	39	38	39	36	33	31	35	36	34
Cálculo TCS-SC	3,00	5,20	8,50	16,80	24,70	30,00	34,70	36,50	36,50	36,90	38,40	35,70	35,70	35,60	35,30	35,30	36,00
Razão	1,62	1,68	1,59	1,32	1,21	1,22	1,12	1,01	1,06	1,02	1,00	0,92	0,86	0,99	1,01	0,94	
M/A/B %	21%	23%	30%	27%	23%	25%	23%	25%	23%	24%	23%	25%	28%	33%	32%	31%	33%
DIFERENÇA	2	4	5	5	5	7	4	0	2	1	0	0	-3	-5	-1	0	-2
VENDA ATIVA					4	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5
ATUALIZ. CADASTRAL					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 4.9 – Modelo de Escala de Trabalho

Na figura 4.9, cada coluna equivale a meia hora. Como os horários de trabalho dos atendentes varia de acordo com as necessidades, o que na figura está apresentado na linha cálculo TCS-SC, a distribuição dos agentes deve atender estas necessidades, considerando os intervalos, férias, INSS.

Desta forma, para melhor visualização, na parte achurada é apresentado quanto os agentes trabalham, bem como o início e fim de sua jornada de trabalho no dia.

Há diferença nas cores, pois os atendentes são divididos em especializados e normais. Os especializados atendem clientes megas, ou seja, clientes que utilizam mais os serviços. Esses são em menor número e estão representados na figura pela cor laranja.

Dependendo de limitações físicas, como o número de PA's, também é preciso verificação anterior à alocação dos atendentes.

Como o *call center* da empresa em estudo já está em funcionamento há mais de quatro anos, os dados empregados para elaboração da projeção de volumes e dimensionamento são coletados através de arquivos que contém os históricos passados.

Desta forma, como a política adotada pela empresa é que todos os atendentes

tenham seu dia de folga no final de semana, ou seja, sábados ou domingos. Portanto, é feito um cálculo das necessidades para os dias das semanas, outro para os sábados e outro para os domingos.

Para os feriados, observou-se que o comportamento das chamadas é similar a dos domingos. Desta forma, o cálculo das necessidades é feito de acordo com estes dias. Contudo, se o último feriado ocorreu há menos de um mês e o nível de serviço foi bom, o cálculo das necessidades é feito sobre este dia.

A elaboração da escala de trabalho dos atendentes é feita respeitando todos os critérios já mencionados anteriormente, como férias, absenteísmo. Este último precisa ser minimizado rapidamente. Atualmente este valor está próximo a 4% durante a manhã e tarde e 1,3% a noite.

Na empresa em questão, os atendentes tem direito a wrap-up, ginástica e lanche. Sendo assim, para que não saiam todos ao mesmo tempo é feito também uma escala para o lanche e para ginástica.

Como a empresa atua com um número de agentes reduzidos, a distribuição dos mesmos nos finais de semana é bastante complexa, uma vez que todos os agentes precisam ter sua folga no sábado ou domingo.

Além disso, horas extras referente a trabalho em feriados são pagos em folga e precisam ser administrados preferencialmente nos finais de semana.

Em feriados, os atendentes são escalados de forma alternada. Quem trabalha em um não trabalha no outro a não ser que falte ou que haja necessidade.

No verão, em virtude da empresa estar situada numa cidade turística, o número de chamadas aumenta. Isso também deve-se a promoções de Natal que são lançadas pelo setor de marketing. Sendo assim, não é permitido que muitos atendentes tirem férias neste período.

Até o presente momento apenas fez-se uma previsão de volumes a partir da chegada das chamadas no PABX. Contudo, faz-se necessário um estudo acurado para saber qual o número de troncos, canais ou linhas telefônicas são necessários para suportar o volume de ligações direcionadas à central de atendimento.

O problema seria de fácil solução se as chamadas surgissem de maneira ordenada e tivessem duração constante. No entanto, isso não ocorre na prática visto que a necessidade que as pessoas tem de se comunicarem bem como a duração das conversações por elas originadas, são independentes entre si, e estão sujeitas à

flutuações imprevisíveis.

Para este estudo, é necessário verificar o número necessário de canais entrantes e saíntes.

Por canais entrantes, entende-se o número de troncos necessários para direcionar uma chamada externa ou interna para o PABX.

Por canais saíntes, entende-se o número de linhas necessárias para originar uma chamada para o cliente ou outro setor.

Desta forma, é importante compreender os conceitos do tráfego telefônico para que seja possível prever o número de canais necessários para atender à demanda da central.

4.4.1 Conceito de Tráfego Telefônico

Um órgão ou um circuito de uma central telefônica em perfeito funcionamento quando observado ao longo do tempo pode apresentar-se sob dois aspectos quanto ao seu estado:

- Livre: um órgão ou circuito é dito livre quando está disponível para ser utilizado por qualquer chamada que o solicite.
- Ocupado: um órgão ou circuito é dito ocupado quando está sendo utilizado por uma chamada telefônica em curso.

Tomada de um órgão ou circuito é a passagem do órgão ou circuito do estado de livre para o estado de ocupado.

4.4.2 Registro de Ocupação de Órgãos ou Circuitos

- Individuais: é o método utilizado para registrar as ocupações de um grupo de órgãos ou circuitos através do registro das ocupações de cada órgão ou circuito individualmente.
- Simultâneos: é o método utilizado para registrar as ocupações de um grupo de órgãos ou circuitos através do registro das ocupações que ocorrem simultaneamente.

O Tempo de Ocupação é o tempo durante o qual uma chamada telefônica ocupa um órgão ou circuito da central.

Tempo Médio de Ocupação é a média aritmética dos tempos de ocupação de um órgão ou circuito, ou de um grupo de órgãos ou circuitos da central de comutação, durante o período de observação.

O Período de Observação é o tempo durante o qual um órgão ou circuito, ou grupo de órgãos ou circuitos são supervisionados.

O Volume de Tráfego é o somatório dos tempos de ocupação de um órgão ou circuito ou grupos de órgãos ou circuitos da central, durante o período de observação. A unidade de volume de tráfego é o “tempo”, no entanto, para indicar que a mesma refere-se a “Tráfego Telefônico” é utilizada a unidade de tempo seguida da palavra “Erlang” (Erl).

4.4.3 Intensidade de Tráfego

A intensidade de tráfego é uma quantidade sem unidade. No entanto, internacionalmente é expressa em “ERLANG”, nome dado em homenagem ao dinamarquês A. K. Erlang pelas suas notáveis contribuições à Teoria do Tráfego Telefônico.

Um Erlang representa um órgão ocupado durante todo o período de observação.

A intensidade de tráfego representa:

- a) O número médio de chamadas cursadas simultaneamente durante o período de observação;
- b) O número médio de circuitos ocupados simultaneamente durante o período de observação.

Por exemplo, se um grupo de 20 circuitos cursarem, durante um hora, um tráfego de 10 Erlang, isto significa que em média foram cursadas 10 chamadas simultaneamente.

4.4.3.1 Intensidade de Tráfego Oferecido

A intensidade de tráfego oferecido pode ser definida como sendo o número médio de chamadas originadas durante um período de observação igual ao tempo médio de duração das chamadas.

A intensidade de tráfego oferecido não é mensurável. Seu valor é obtido através de estimativa.

4.4.3.2 Intensidade de Tráfego Cursado

A intensidade de tráfego cursado é definida como sendo o número médio de ocupações simultâneas ocorridas no período de observação.

A intensidade de tráfego cursado pode ser obtida através de medições. Pode

também ser calculada através da relação entre volume de tráfego (V) e o tempo de observação (T).

4.4.4 Tipos de Tráfego

4.4.4.1 Demanda de Tráfego

Entende-se por demanda de tráfego a necessidade que um usuário tem em comunicar-se com outro.

A demanda de tráfego pode originar, ou não, uma chamada telefônica.

A simples necessidade que um usuário tem de comunicar-se com outro, já caracteriza a demanda de tráfego, independente dele efetuar ou não a ligação.

4.4.4.2 Tráfego Oferecido

É o tráfego que se apresenta às entradas do sistema, da central ou dos estágios de comutação da central, resultando ou não numa ocupação.

Quando um usuário tira o fone do gancho para efetuar uma chamada, ele já está oferecendo um tráfego à central telefônica. Também quando uma chamada é dirigida de uma central para outra, na entrada da central de destino esse tráfego é oferecido.

O tráfego oferecido é somente estimado. Ele não é mensurável.

4.4.4.3 Tráfego Escoado ou Cursado

Tráfego escoado, em relação a uma dada central, é a parte do tráfego oferecido que resulta em ocupações de órgãos ou circuitos dessa central, sendo por isso mensurável.

Quando um órgão ou circuito está ocupado, ele está escoando tráfego.

4.4.4.4 Tráfego Perdido

Em qualquer etapa do estabelecimento da ligação telefônica, o usuário poderá, por qualquer motivo, desistir de efetuá-la. A esta parcela de tráfego chamamos de tráfego perdido.

4.4.4.5 Tráfego de Transbordo

É a parte do tráfego oferecido, não cursado pela via direta, que é oferecido à via alternativa.

4.4.4.6 Tráfego Repetitivo

É a parte do tráfego oferecido, não cursado pela via direta, e parte da diferença entre escoado e conversação que volta a ser oferecido.

4.4.4.7 Tráfego de Conversação

É a parcela do tráfego escoado que resultou em conversação telefônica.

4.4.4.8 Outras Denominações do Tráfego Telefônico

Quanto à direção:

- Tráfego de entrada;
- Tráfego de saída.

Quanto às áreas envolvidas:

- Tráfego local: a chamada é originada e terminada no mesmo município;
- Tráfego interurbano: envolve chamadas entre municípios;
- Tráfego internacional: envolve chamadas entre países.

Quanto à procedência/destino:

- Tráfego originado, em relação a uma dada central, é o tráfego que resulta de chamadas que se iniciam nesta central e partem para a própria ou para outras centrais.

4.4.5 Congestionamento

É o estado do sistema telefônico caracterizado pela ocupação de todos os meios de ligação.

O congestionamento pode ser considerado sob dois aspectos distintos, definidos a seguir:

- a) Congestionamento em Chamada: é o percentual de chamadas que encontram todos os meios de ligação ocupados;
- b) Congestionamento em Tempo: é a proporção do tempo em relação ao período de observação, em que todos os órgãos ou circuitos permanecem ocupados simultaneamente.

4.4.6 Grau de Serviço

A quantidade de equipamentos estabelecida por um dimensionamento técnico e economicamente viável, implica que, eventualmente, nos horários de picos de tráfego,

existam algumas chamadas perdidas.

O grau de serviço é dado como sendo a proporção destas chamadas, em relação ao total de tentativas efetuadas.

Na prática, o grau de serviço é definido como sendo a proporção das chamadas que podem falhar na HMM, devido às limitações impostas pelo dimensionamento. Consequentemente, se a quantidade de chamadas perdidas aumenta, significa que há um decréscimo na qualidade do serviço.

Através da coleta e análise de dados de tráfego, pode-se determinar a qualidade de serviço prestado e assim, realimentar os setores de planejamento para a otimização do dimensionamento das centrais e dos meios de transmissão que as interligam.

4.4.7 Forma de Processamento

De acordo com a maneira pela qual um sistema de comutação processa as demandas de ligações caso ocorram bloqueios, distinguem-se as redes que operam como sistemas de perda, daquelas que operam como sistemas de espera.

Entende-se por bloqueio a situação em que é impossível o estabelecimento de uma nova ligação, por estarem ocupadas todas as linhas de feixe de saída, ou então por não se poder estabelecer nenhuma ligação na rede de comutação até um tronco se tornar livre do grupo de troncos de saída em questão.

Em um sistema de perda, uma chamada oferecida será rejeitada, quando a ligação desejada não pode ser estabelecida imediatamente, devido a um bloqueio. O assinante que chama, recebe então o toque ou sinal de ocupado.

Num sistema de espera, por outro lado, uma chamada oferecida, que não pode ser processada imediatamente por causa de um bloqueio, aguardará até que a conexão possa ser completada.

Entretanto, existem também sistemas de processamento misto quando, por exemplo, o tempo de espera é limitado, ou quando se limita a quantidade de chamadas de espera simultâneas.

No sistema de perda puro, as chamadas oferecidas para as quais não se pode estabelecer nenhuma ligação, desaparecem do sistema sem maiores conseqüências e não exercem carga alguma sobre o grupo de troncos de saída.

Em um sistema de espera puro, serão processadas todas as chamadas oferecidas sempre que a intensidade do tráfego oferecido (oferta) seja menor do que a quantidade

de troncos de saída. Todas as chamadas que precisam esperar aguardam até o momento em que possam ser processadas; não ocorre também nenhuma perda, contanto que o tempo de espera limitado não seja ultrapassado.

4.5 Desenvolvimento, Validação e Calibragem do Modelo de Carga

Conforme verificado anteriormente, a distribuição da carga de trabalho não é uniforme. Desta forma, há necessidade de acompanhamento constante, bem como interação com os demais setores da empresa prevendo mudanças ou procedimentos que podem causar impacto no *call center*.

Na empresa em estudo, faz-se diariamente um acompanhamento das chamadas com base no dia anterior. Através de históricos armazenados é possível caracterizar a carga de trabalho que será recebida no mês em questão.

O volume de chamadas recebidas pelo *call center* da empresa varia de acordo com promoções e serviços lançados pelo setor de marketing, bem como com o bloqueio dos telefones em virtude do não pagamento das faturas por parte dos clientes da empresa. Também ocorre variações de acordo com a necessidade dos clientes.

Fatores externos também afetam significativamente no acréscimo ou decréscimo do número de chamadas.

Desta forma, o volume de chamadas recebidas varia de maneira não uniforme. Também pode-se perceber nitidamente o acréscimo de chamadas recebidas no verão por tratar-se de uma empresa localizada em cidade turística, mudando inclusive sua HMM para à noite.

4.6 Previsão da Carga de Trabalho

Consiste no planejamento da central a longo prazo, sabendo antecipadamente quantas PA's, operadores, linhas, portas de URA uma central irá demandar em um período futuro. É sugerido ter como base ações futuras para captação de clientes e/ou crescimento natural. Partindo deste ponto pode-se saber com confortável antecedência as necessidades futuras. Uma definição mais genérica para planejamento de capacidade é o processo que visa prever quando o nível de carregamento futuro do sistema será saturado, considerando os aspectos de custo/benefício e o tempo que levará para o sistema saturar. Esta previsão é baseada no processo de evolução da carga de trabalho do sistema existente, de novas aplicações e novos níveis de serviço.

Planejamento de capacidade é importante para convencer o gerente da

organização sobre a importância do uso deste tema, justificando o tempo e custo envolvido, considerando os seguintes aspectos:

- Descontentamento do cliente: sem planejamento apropriado, é provável que o desempenho sofrerá com os picos de cargas. Os clientes podem ser forçados a esperar uma quantidade de tempo excessiva;
- Diminuição da produtividade: se o sistema não puder assegurar o *throughput* previsto, a produtividade sofrerá;
- Estabilidade: identificando áreas de problema e limitações da capacidade, os problemas de estabilidade podem ser evitados ou previstos.

4.6.1 O Processo de Planejamento

O processo do planejamento para ambientes complexos, envolve uma dimensão científica e intuitiva. Tipicamente, planejamento de capacidade é um jogo de avaliar numerosos cenários de possibilidades futuras.

O processo do planejamento de capacidade consiste em seis atividades preliminares:

- Identificar todas as cargas de trabalho que o sistema precisa suportar;
- Estimar o número de chamadas a serem recebidas;
- Traçar o perfil de cada carga de trabalho nos termos de sua demanda de recursos e interdependências do tempo;
- Reunir as cargas de trabalho;
- Determinar as exigências do recurso agregado;
- Especificar as características básicas do equipamento para atender às exigências do recurso agregado.

Ao deparar com o sistema de *call center* em estudo, procurou-se conhecer da melhor forma possível suas características e o seu comportamento em relação as perturbações externas e internas. Para auxiliar neste trabalho, foi elaborado um questionário, que deverá ser respondido pelo gerente do *call center*, para obter informações relevantes ao contexto. Segue o conteúdo deste questionário:

- Quais são os atributos que influenciam no sistema de *call center*, em termos de desempenho de capacidade?
- Qual é o negócio do *call center* em estudo?
- Qual a relação entre o negócio (do *call center*) e os atributos?

- Quais os atributos com maior grau de influência na qualidade do serviço prestado?
- Quais os atributos necessários para planejar a capacidade do *call center* ?

Com o resultado da análise, foram selecionados os atributos que influenciam diretamente no planejamento de capacidade do *call center* em estudo.

Após determinar os atributos, a etapa seguinte será escolher dados coerentes e confiáveis.

Sendo assim, foi verificado junto ao setor de marketing, estimativas para a captação de novos clientes, através de novos serviços e promoções que serão lançados.

Através destes dados percebeu-se que a empresa em estudo pretende aumentar em média 25.000 clientes por mês e pretende chegar na metade do ano de 2001 com 650.000 clientes. Para atingir esta meta também é importante conseguir reter os clientes que pretendem cancelar seus contratos.

Como para empresas de telecomunicações, 65% dos clientes ligam para central de atendimento, estima-se que a mesma terá um acréscimo de 16.250 chamadas em cada mês.

Assim, pretende-se simular uma carga proporcional de acordo com a distribuição da mesma ao longo dos meses e verificar se o *call center* em estudo tem capacidade para atender esta demanda, com um nível de serviço e abandono aceitável.

4.6.2 Níveis de Serviço

A ANATEL impõe que todas as empresas de telecomunicações informem todos os meses os resultados de alguns indicadores para que ela possa avaliar como está a qualidade dos serviços prestados. Para as prestadoras de Serviço Móvel Celular (SMC), a agência padroniza e define os métodos de coleta e de consolidação de dados destes indicadores, que devem ser aplicados, por todas as prestadoras do serviço, para atender aos requisitos e anseios dos usuários quanto à confiabilidade e qualidade do serviço prestado. Para as prestadoras do SMC são nove os indicadores, os quais estão descritos abaixo.

- PVMC1: corresponde a taxa de reclamações e deve ser coletada no último dia do mês. Sua representação matemática é:

$$PVMC1 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de reclamações no mês
- B. número total de acessos móveis em operação na rede da prestadora do SMC no último dia do mês;

I - Método de Coleta:

- c) contagem mensal de reclamações;
- d) contagem do número de acessos móveis em operação no último dia do mês;
- e) deve ser considerada toda e qualquer reclamação recebida nos Centros de Atendimento da Prestadora SMC.

II - Fator de Ponderação : somatório do número total de canais de tráfego das ERB no mês por área definida pelo Código Nacional contida na Área de Abrangência da Prestadora, no último dia do mês.

III - Unidade Primária : área definida pelo Código Nacional contida na Área de Abrangência da Prestadora.

IV - Forma de Apresentação : os dados relativos a este indicador devem ser apresentados contendo informações mês a mês por Área de Abrangência da Prestadora e por área definida pelo Código Nacional contida na Área de Abrangência da Prestadora, da seguinte forma:

- a) indicador;
 - b) numero total de reclamações no mês;
 - c) número total de Acessos Móveis em Operação (AMO) no último dia do mês
 - d) fator de ponderação.
- PVMC2: corresponde às reclamações de cobertura e congestionamento por 1000 (mil) AMO's. Sua representação matemática é:

$$PVMC2 = \frac{A + B}{C} \times 1000$$

onde:

- A. número total de reclamações de cobertura no mês;
- B. número total de reclamações de congestionamento no mês;
- C. número total de acessos móveis em operação na rede da prestadora do SMC no último dia do mês.

- PVMC3: corresponde a taxa de atendimento do *call center*. Sendo assim, este indicador é a relação percentual entre o número total de chamadas atendidas pelos atendentes ou por sistemas de auto-atendimento, originadas na rede da prestadora do SMC em tempo não superior a dez segundos e o número total de tentativas de originar chamadas, na Hora de Maior Movimento (HMM) do mês para a central de atendimento, na rede da prestadora do SMC. Sua representação matemática é:

$$PVMC3 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de chamadas atendidas pelos atendentes ou por sistemas de auto-atendimento, originadas na rede da prestadora do SMC, em tempo não superior a dez segundos, na HMM do mês para o centro de atendimento;
 - B. número total de tentativas de originar chamadas, na HMM do mês para o *call center*, na rede da prestadora do SMC.
- PVMC4: corresponde à taxa de resposta ao usuário. Este indicador é a relação percentual entre o número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços, recebidos pela prestadora do SMC e efetivamente respondidos em até cinco dias úteis, no mês e o número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços, recebidos pela prestadora do SMC, no respectivo mês, acrescido do número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços, relativos aos meses anteriores, e ainda não respondidos aos usuários. Sua representação matemática é:

$$PVMC4 = \frac{A}{B + C} \times 100$$

onde:

- A. número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços recebidos e efetivamente respondidos pela prestadora do SMC em até cinco dias úteis, no mês;

- B. número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços recebidos pela prestadora do SMC, no mês.
- C. número total de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços, relativos aos meses anteriores, e ainda não respondidos aos usuários.

I - Método de Coleta:

- a) contagem mensal de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços recebidos e efetivamente respondidos pela prestadora do SMC em até cinco dias úteis;
- b) contagem mensal de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços recebidos pela prestadora do SMC;
- c) contagem mensal de correspondências, pedidos de informação, reclamações e solicitação de serviços recebidos pela prestadora do SMC, relativos aos meses anteriores, e ainda não respondidos;
- d) as formas de correspondências a serem consideradas neste indicador são:
 - carta de qualquer tipo;
 - telegrama; fax;
 - correio eletrônico.
- PVMC5: corresponde à taxa de atendimento público. Este indicador é a relação percentual entre o número total de usuários que compareceram aos setores de atendimento da prestadora do SMC, e que foram atendidos em até 10 minutos, no mês e o número total de usuários que compareceram aos setores de atendimento da prestadora do SMC, no mês. Sua representação matemática é dada por:

$$PVMC5 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de usuários que compareceram aos setores de atendimento da prestadora do SMC e que foram atendidos em até 10 minutos, no mês;
- B. número total de usuários que compareceram aos setores de atendimento da prestadora do SMC, no mês.
- PVMC6: corresponde ao número de contas com reclamação de erro por

1.000 contas emitidas. Este indicador é a relação percentual entre o número total das reclamações de contas, efetuadas pelos usuários, envolvendo contestações de valores referentes a serviços prestados pela Concessionária, a serviços prestados por terceiros e de todos os problemas de inteligibilidade das referidas contas, durante o mês e o número total de contas emitidas no mês. Sua representação matemática é dada por:

$$PVMC6 = \frac{A}{B} \times 1000$$

onde:

- A. número total de contas com reclamação de erro no mês;
- B. número total de contas emitidas no mês.

- PVMC7: corresponde à taxa de chamadas originadas completadas. Este indicador é a relação percentual entre o número total de chamadas originadas completadas e o número total de tentativas de originar chamadas, na HMM do mês. Sua representação matemática é:

$$PVMC7 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de chamadas originadas completadas, na HMM do mês;
- B. número total de tentativas de originar chamadas (mensagem de originação dos canais de controle), na HMM do mês.

- PVMC8: corresponde à taxa de estabelecimento de chamadas. Este indicador é a relação percentual entre o número total de chamadas estabelecidas em tempo não superior a quinze segundos e o número total de chamadas estabelecidas, na HMM do mês. Sua representação matemática é:

$$PVMC8 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de chamadas estabelecidas em tempo não superior a quinze segundos, na HMM do mês;
- B. número total de chamadas estabelecidas, na HMM do mês.

- PVMC9: corresponde à taxa de queda de ligações. Este indicador é a relação percentual entre o número total de chamadas completadas na rede da prestadora do SMC, interrompidas por queda de ligação e o número total de chamadas completadas na mesma rede, na HMM do mês. Sua representação matemática é:

$$PVMC9 = \frac{A}{B} \times 100$$

onde:

- A. número total de chamadas completadas interrompidas por queda de ligação, na HMM do mês;
- B. número total de chamadas completadas, na HMM do mês.

Dos indicadores apresentados acima, o PVMC1, PVMC2, PVMC4 e PVMC6 são fornecidos através do *call center*. Quanto ao PVMC3, é feita uma medição na área técnica para obtenção do número total de tentativas de originar chamadas. Os demais indicadores não tem relação direta com o *call center*.

Contudo a Agência Regulamentadora deveria verificar melhor como os dados fornecidos são coletados. A empresa em questão não possuía um sistema para cadastrar o perfil das chamadas atendidas. Desta forma, o que para alguns atendentes poderia ser considerada como reclamação, para outros seria apenas informação. Por ex.: Um cliente de São Paulo que se encontra em Santa Catarina alega não estar conseguindo originar e receber ligações no Estado. O atendente pergunta qual sua operadora e percebe que ele é da BCP que corresponde a banda B em São Paulo. Então o mesmo informa ao cliente que ele deverá mudar a banda no aparelho explicando os procedimentos para esta alteração. O cliente contempla e finaliza a ligação satisfeito. Para muitos, esta descrição pode ser considerada uma reclamação, para outros foi apenas um serviço. Além do mais, como a empresa não possui ainda uma forma para identificar todas as chamadas, considera-se reclamações apenas as solicitações em que são abertos alguns pedidos os quais são enviados para o back-office, pois o atendente não possui condições para responder.

Além disso, se for considerado o PVMC3 como medir se uma chamada foi atendida em dez segundos? O tempo médio de fila apenas informa o tempo que o cliente ficou na fila para ser atendido a partir do momento que ele chegou na central de

atendimento. Contudo, não há como controlar o tempo que levou no momento em que ele teclou *send* ou finalizou o processo de discagem para a central de atendimento até a chegada da mesma no *call center*. Outro fato que deve ser considerado é que se o *call center* não possui URA também é considerado como ter qualidade dez segundos para o atendimento. Isso é um pouco incoerente uma vez que a máquina atende e se o cliente precisa falar com o atendente, muitas vezes ele pode levar mais de dez segundos para ser atendido. Este é um indicador que deveria ser analisado pela agência regulamentadora. Como pode ser observado pela descrição do que se refere a cada um dos indicadores, a definição é muito ampla, pois como caracterizar uma chamada como reclamação?

4.7 Modelo de Desempenho

Para o desenvolvimento de um projeto de avaliação de desempenho, é necessário selecionar técnicas de avaliação e unidades de medidas que melhor se adaptam ao modelo em estudo, bem como definir o projeto de experimento, seus fatores, níveis e variáveis de resposta.

As técnicas de avaliação de desempenho determinam como será medido o desempenho do trabalho em estudo. Alguns pontos auxiliam a determinar uma escolha correta das variáveis, como tempo necessário, ferramentas, precisão e custos. Ferramentas computacionais com o uso de uma linguagem de simulação de propósito específico são de extrema importância para a execução de análises de desempenho em sistemas computacionais.

As técnicas de avaliação de desempenho permitem que sejam escolhidos os métodos que melhor exprimem as características do sistema real que se deseja avaliar. As três principais técnicas são as medições, a modelagem analítica e a simulação.

Quando se utiliza medições, deve-se medir direto do sistema real em estudo. É um método bastante simples, mas requer a construção propriamente dita do modelo real ou de um protótipo a ser avaliado.

Para a simulação e a modelagem analítica, faz-se necessário a criação de modelos de representação da realidade e, a partir destes, podem ser realizadas as experimentações e coletas de resultados para uma posterior avaliação. As diferentes técnicas empregadas na simulação e modelos analíticos estão relacionados com o tipo de modelo criado para representar a realidade.

Os modelos analíticos permitem a construção de uma representação da

realidade através do uso de formalismo matemático, com ou sem auxílio de estruturas gráficas de representação. As três principais ferramentas de modelagem de sistemas por métodos matemáticos são as Cadeias de Markov [JAI91], as Redes de Petri [JAI91] e a Teoria das Filas [MAY96].

A técnica de simulação, é implementada através de linguagens algorítmicas que podem ser adaptadas a uma linguagem específica de simulação ou a uma linguagem de propósito geral. Modelos analíticos são de construção mais simples, entretanto, geralmente consomem muito tempo de desenvolvimento.

A Tabela 4.1 compara alguns critérios na escolha da técnica de avaliação apropriada conforme [FER78]:

Crêterios	Modelo Analítico	Simula�o	Medi�es
Cenário	qualquer	qualquer	p�s-protótipo
Tempo necessário para realiza�o	pequeno	médio	alto
Ferramentas	lápis e papel	linguagem de computador	instrumenta�o
Precisão	baixa	moderada	alta
Avalia�o - escolha	fácil	moderada	difícil
Custo	pequeno	médio	alto
Comerciabilityde	baixa	média	alta

Tabela 4.1 - Considera es que podem levar   escolha da t cnica utilizada

Considerando o tempo dispon vel para a avalia o, tem-se na simula o um tempo favor vel para realizar os experimentos. Na modelagem anal tica o tempo necess rio para realizar os experimentos   considerado pequeno, enquanto no caso das medi es se tem um alto tempo para realizar toda avalia o [LUC71].

Nas ferramentas tem-se modelagem, linguagens de simula o e instrumentos de medidas. A simula o   uma das mais poderosas ferramentas de an lise dispon veis para o projeto e opera o de sistemas ou processos complexos. Em um mundo altamente competitivo, a simula o torna-se uma ferramenta poderosa para o planejamento, projeto e controle de sistemas.

O n vel de precis o desejado   uma considera o importante. Para modelos anal ticos s o necess rias muitas tentativas, suposi es e simplifica es, onde o resultado pode n o apresentar uma precis o desejada. J  com as medi es, tem-se uma variabilidade muito grande nos par metros envolvidos, tais como: configura o do sistema, tipo de carga de trabalho e tempo da medi o. Isto pode caracterizar muito tempo desperdi ado e a necessidade de realizar mais de uma experimenta o. Para a simula o, muitos detalhes podem ser agregados com menos suposi es, o que facilita a obten o de precis o.

Em termos de comerciabilidade, a melhor escolha recai, certamente na construção de um protótipo em funcionamento, mostrando resultados. Por sua vez, um modelo de simulação, com animação, convence muito mais do que apenas cálculos no papel.

4.7.1 Simulação

A simulação probabilística, aqui denominada simplesmente simulação, teve sua origem como extensão do Método de *Monte Carlo* [MAR56]. Este método foi proposto por *Von Neumann* e *Ulam* para a solução de problemas matemáticos onde o tratamento analítico não se mostrava variável. Isto se deu durante a Segunda Guerra Mundial, ao longo das pesquisas no Laboratório de Los Alamos, que resultaram na construção da bomba atômica. Ao que tudo indica, por razões de sigilo e também pelo típico de abordagem utilizada.

A aplicação original do Método de *Monte Carlo* voltava-se à avaliação de integrais múltiplas, usando-se a amostragem aleatória para o estudo do problema da difusão de neutrons. Logo, no entanto, verificou-se que ele poderia ser aplicado na solução de diversos outros problemas matemáticos complexos, muitos deles de natureza determinística como em [MAR56], ao fazer uma revisão do Método de *Monte Carlo*.

Passado o momento de euforia inicial que caracteriza todo novo método, suas principais deficiências foram mais bem reconhecidas, notadamente o grande trabalho computacional envolvido e a baixa precisão dos seus resultados. Deve-se lembrar que nessa época no final da década de 40, os computadores começavam a tornar-se realidade, mas ainda com um desempenho bastante abaixo dos das máquinas atuais.

Sendo restritos os recursos computacionais, as atenções voltaram-se para a obtenção de resultados mais precisos, mas sem que se aumentassem, proporcionalmente, os tempos de processamento envolvidos. Este esforço resultou no desenvolvimento das técnicas de redução de variância, muitas delas objetivando um controle parcial do processo de amostragem.

A simulação computacional de sistema consiste na utilização de determinadas técnicas matemáticas empregadas em computadores digitais, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processo do mundo real. Em [LAW91] há uma definição mais completa, abrangendo todo o processo de simulação:

"Simulação é o processo de projetar um modelo de um sistema real e

conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação." Entende-se simulação como um processo mais amplo, compreendendo não somente a construção de um modelo, que permita imitar o comportamento de um sistema real, mas também todo o método experimental que se segue, buscando sobretudo:

- descrever o comportamento do sistema;
- construir teorias e hipóteses considerando as observações efetuadas e;
- usar o modelo para prever o comportamento futuro, isto é, os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação.

Alguns fatores que justificam o uso de técnicas de simulação [FIL99] :

- É possível atingir níveis de detalhes às vezes não permitidos em um sistema real;
- Possibilita a economia de tempo e recursos financeiros, trazendo ganhos de produtividade e qualidade;
- Permite obter respostas a eventos que não ocorrem naturalmente e com frequência no mundo real.

Existem três métodos de simular um sistema do mundo real : desenvolver um modelo analítico do sistema; monitorar o sistema para obter estimativas para os eventos ocorridos ou criar um modelo computacional do mesmo. Fazer um modelo analítico é uma solução trabalhosa, devido à complexidade. A monitoração dos eventos que ocorrem no sistema podem gerar grandes dificuldades no momento de interpretar os dados adquiridos, os quais possivelmente nem sejam aplicáveis se o sistema for alterado. Assim, a utilização de um modelo computacional é o método mais eficaz e flexível para fazer a simulação por utilizar de recursos matemáticos de interpretação dos dados que podem ser modificados, expandidos ou comprimidos dependendo da necessidade e dos resultados a que se deseja chegar.

A resolução de um modelo de simulação define o nível de detalhes no qual o sistema será implementado. A meta do estudo de uma simulação de rede é simplificar o modelo mantendo um nível de detalhes desejável.

A técnica para desenvolvimento de um modelo de simulação é similar a uma metodologia de projetos experimentais, que possui 3 fases: formulação do problema, projeto de experimento e análise dos dados coletados. Um requisito para um projeto experimental é que o sistema, o qual será estatisticamente modelado, deve existir para

que sejam feitas observações neste sistema.

4.7.2 Metodologia de Simulação

Uma metodologia de simulação genérica deve seguir as seguintes fases: planejamento, modelagem, verificação e validação, aplicação e documentação [FIL99] :

4.7.2.1 Fase de Planejamento

- Formulação do problema - definição do problema incluindo um relato do objetivo da resolução do problema;
- Estimativa de recursos - tempo, custos, controle pessoal;
- Análise de dados e do sistema - familiarizar-se com todos os aspectos relevantes do problema.

4.7.2.2 Fase de Modelagem

- Construção do modelo - abstração da rede dentro de um relacionamento matemático com a formulação do problema;
- Aquisição de dados - identificação, especificação e coleta dos dados;
- Tradução do modelo - Preparação e depuração do modelo para processar no computador.

4.7.2.3 Fase de Verificação/Validação

- Verificação - o processo de conferir se o modelo simulado executa como pretendido;
- Validação - estabelecimento de um nível desejado de precisão entre o modelo e a rede real.

4.7.2.4 Fase de Aplicação

- Experimentação - a execução do modelo de simulação para obter os valores das saídas;
- Análise - analisar os resultados da experimentação, tirando conclusões e fazendo recomendações para resolução dos problemas;
- Comparação e identificação das melhores soluções - comparar um sistema existente ou considerado como padrão, com propostas alternativas de soluções, tendo como objetivo a identificação da melhor proposta ou mais adequada dentre elas;

- Implementação e apresentação dos resultados - processo de implementação dos resultados das decisões da simulação, documentação do modelo e uso dele.

4.7.2.5 Fase de Documentação

- Descrição dos objetivos e hipóteses levantadas;
- Conjunto de parâmetros de entrada utilizados;
- Descrição das técnicas e métodos empregados na verificação e na validação do modelo;
- Descrição do projeto de experimentos e do modelo fatorial de experimentação adotado;
- Resultados obtidos e descrição dos métodos de análise adotados.

4.7.3 CallSim

O *CallSim* é um simulador de sistemas desenvolvido pela *Systems Modeling Corporation* para análise de performances em *call centers*. Ele foi desenvolvido a partir do aplicativo *Arena* para permitir a construção e execução de modelos simulados de operações dos *call centers* de modo rápido e fácil, possibilitando a análise dos resultados obtidos neles.

A simulação é um método baseado na utilização de modelos matemáticos e computacionais para a representação lógica de ambientes reais, possibilitando a manipulação dos elementos desses ambientes sem comprometer o seu funcionamento. Especificamente no caso dos *call centers* a simulação modela as interações entre chamadas, rotas e agentes.

O uso de simulação acarreta algumas vantagens para um ambiente de *call center* [SIS96] :

- Permite avaliar o impacto da introdução de novos tipos de chamadas, se “entrantes” ou “saintes”, novas programações de agentes, modificações de prioridade de chamadas, modificações do volume de chamadas, dentre outras ações, sem que haja uma parada no sistema real;
- Novos procedimentos de roteamento de chamadas ou a lógica de transferência de chamadas podem ser testadas e avaliadas antes de sua real implantação;
- Podem ser testadas hipóteses acerca de como ou por que certos fenômenos ocorrem;

- O tempo de execução dos modelos pode ser controlado, podendo ser expandido ou comprimido, permitindo um melhor estudo dos fenômenos observados;
- Relações entre variáveis podem ser melhor interpretadas, bem como a sua influência na performance do sistema;
- Permite validar modificações propostas pela gerência do *call center*;
- Novas situações, das quais se tem pouca experiência, podem ser manipuladas.

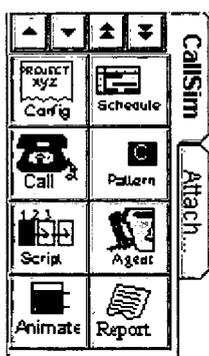
O processo básico de simulação de um *call center* consiste em gerar chegadas de chamadas e rotear essas chamadas até os agentes, conforme pode-se observar na figura 4.10. Para isso é necessário descrever a seqüência de eventos que ocorrem desde a chegada de uma ligação até o correto atendimento pelos agentes, envolvendo capacidade dos canais de linhas telefônicas, habilidade dos agentes e programação dos agentes, entre outros.



Figura 4.10 - Processo básico de simulação de um *call center*.

4.7.4 Descrição dos Módulos do *CallSim*

Existem oito módulos no *CallSim*, conforme pode-se visualizar na figura 4.11. Esses se relacionam com um objeto dentro do *call center*, como tipo de chamada, *scripts* de rotas ou grupo de agentes. Os módulos são :



- AGENT
- ANIMATE
- CALL
- CONFIG
- PATTERN CALL
- SCHEDULE
- REPORT
- SCRIPT

Figura 4.11 - Módulos do *CallSim*

4.7.4.1 Módulo CONFIG

O módulo **CONFIG**, mostrado na figura 4.12, é onde se faz a configuração básica do *call center*. Nele são definidos dados como o nome do modelo, nome de execução, o plano de funcionamento do *call center*, bem como a sua capacidade.

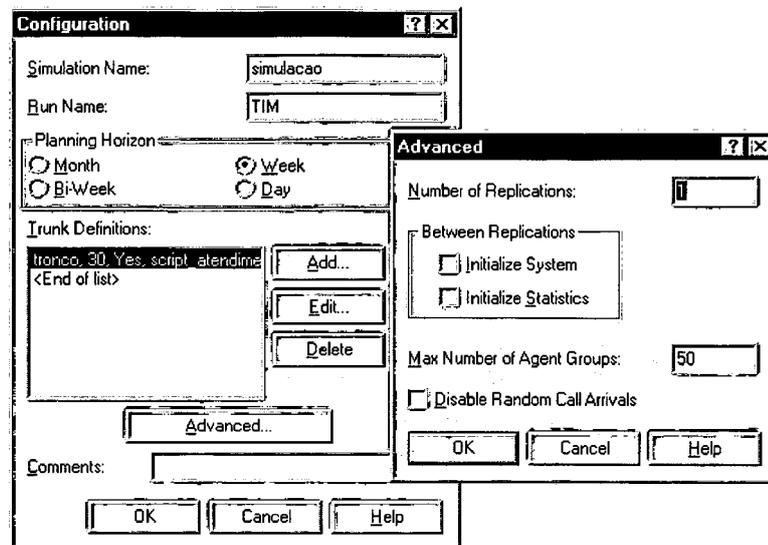


Figura 4.12 - Módulo CONFIG

4.7.4.2 Módulo SCHEDULE

O módulo **SCHEDULE** define a programação de trabalho de cada agente baseado no plano de trabalho desenvolvido dentro da instituição estudada.

4.7.4.3 Módulo CALL

Esse módulo define os tipos de chamadas associadas ao *call center*. Aspectos referentes às chamadas podem ser especificados dentro desse módulo, tais como : total de chamadas processadas, tempo de conversação, retorno ou abandono das chamadas e transferências das chamadas.

4.7.4.4 Módulo PATTERN

Esse módulo define o modelo de chegada de um tipo particular de chamada. O modelo de chamadas é baseado no plano de funcionamento do *call center*, definido no módulo **CONFIG**. A figura 4.13 mostra a janela referente ao módulo **PATTERN**.

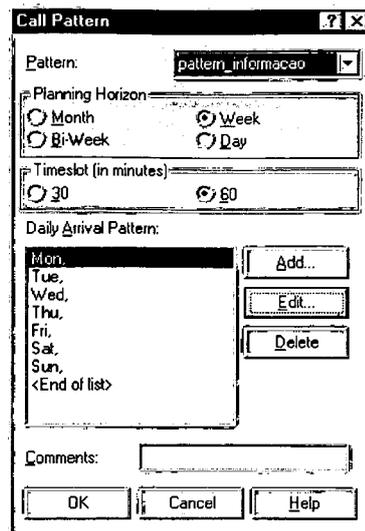


Figura 4.13 - Módulo PATTERN

4.7.4.5 Módulo SCRIPT

Esse módulo define *scripts* sequenciais para roteamento de chamadas. Esses *scripts* controlam o fluxo das chamadas desde sua entrada no *call center*.

4.7.4.6 Módulo AGENT

Esse módulo manipula informações a respeito dos agentes, especificando ações sobre todo um grupo de agentes que possuem as mesmas características. Os grupos definidos podem herdar características de um outro grupo.

4.7.4.7 Módulo ANIMATE

Esse módulo habilita a animação de estatísticas medidas durante a execução do modelo.

4.7.4.8 Módulo REPORT

Esse módulo gera relatórios sobre os valores estatísticos gerados na execução da simulação. O tipo do relatório, a forma de saída e o grupo de agentes sobre o qual o relatório será retirado, são alguns exemplos de campos que podem ser especificados nesse módulo [ARE95].

4.7.5 Projetos Fatoriais 2^K

Um projeto experimental 2^K é usado para determinar o efeito de k fatores, cada um com duas alternativas ou níveis. Esta classe de projetos fatoriais merece uma discussão especial porque ela facilita a análise e ajuda na ordenação dos fatores

consoante o seu impacto. No princípio de um estudo de performance, o número de fatores e seus níveis é normalmente grande. Um projeto fatorial completo com um número grande de fatores e níveis pode não ser o melhor uso do esforço disponível. O primeiro passo deve ser reduzir o número de fatores e escolher aqueles fatores que tenham impacto significativo sobre a performance.

Muito frequentemente o efeito de um fator é unidirecional, isto é, a performance ou continuamente diminui ou continuamente aumenta à medida em que o fator é incrementado do mínimo para o máximo. Por exemplo, é esperado que o desempenho melhore quando o tamanho da memória é aumentado ou o número de unidades de disco é aumentado. Em tais casos nós podemos iniciar experimentando os níveis mínimos e máximos do fator. Isto nos ajudará a decidir se a diferença de desempenho é significativa o bastante para justificar um exame mais detalhado. Para explicar os conceitos de projetos 2^k , é útil começar com um caso simples de somente dois fatores ($k=2$). Este caso é apresentado nas próximas seções.

4.7.5.1 Projetos Fatoriais 2^2

Um projeto experimental 2^2 é um caso especial de um projeto fatorial 2^k com $k=2$. Neste caso, há dois fatores de dois níveis cada. Tal projeto pode ser facilmente analisado usando um modelo de regressão como mostrado pelo exemplo seguinte.

Exemplo 1: Considere o problema de estudar o impacto de tamanho de memória e tamanho de cache sobre a performance de uma workstation inicialmente projetada. Dois níveis de cada um destes dois fatores são escolhidos para a simulação inicial. A performance da workstation em milhões de instruções por segundo (MIPS) é listado na tabela 4.2.

Tamanho de Cache (Kbytes)	Tamanho de Memória 4 Mbytes	Tamanho de Memória 16 Mbytes
1	15	45
2	25	75

Tabela 4.2 - Performance em MIPS

Vamos definir duas variáveis x_A e x_B como segue:

$x_A = -1$ se 4 Mbytes de memória

1 se 16 Mbytes de memória

$x_B = -1$ se 1 kbyte de cache

1 se 2 kbytes de cache

A performance y em MIPS pode agora ser regressada em x_A e x_B usando um modelo de regressão não linear na forma:

$$y = q_0 + q_A x_A + q_B x_B + q_{AB} x_A x_B$$

Substituindo as quatro observações no modelo, consegue-se as equações:

$$15 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$45 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$25 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$75 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

Estas quatro equações podem ser resolvidas unicamente para as quatro incógnitas. A equação de regressão é:

$$y = 40 + 20x_A + 10x_B + 5x_A x_B$$

O resultado é interpretado como segue. O mau desempenho é 40 MIPS; o efeito de memória é 20 MIPS; o efeito de cache é 10 MIPS; e a interação entre memória e cache respondem por 5 MIPS.

Experimento	A	B	y
1	-1	-1	y_1
2	1	-1	y_2
3	-1	1	y_3
4	1	1	y_4

Tabela 4.3 Análise de um projeto 2^2

4.7.5.2 Computação de Efeitos

Em geral, qualquer projeto 2^2 pode ser analisado usando o método do exemplo 1. No caso geral, supor que y_1, y_2, y_3, y_4 representam as quatro respostas observadas. A correspondência entre os níveis dos fatores e as respostas é mostrado na tabela 4.3. O modelo para um projeto 2^2 é:

$$y = q_0 - q_A x_A - q_B x_B + q_{AB} x_A x_B$$

Substituindo as quatro observações no modelo, resulta

$$y_1 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$y_2 = q_0 + q_A - q_B - q_{AB}$$

$$y_3 = q_0 - q_A + q_B - q_{AB}$$

$$y_4 = q_0 + q_A + q_B + q_{AB}$$

Resolvendo estas equações para q_1 's, obtém-se

$$q_0 = \frac{1}{4} (y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$$

$$q_A = \frac{1}{4} (-y_1 + y_2 - y_3 + y_4)$$

$$q_B = \frac{1}{4} (-y_1 - y_2 + y_3 + y_4)$$

$$q_{AB} = \frac{1}{4} (y_1 - y_2 - y_3 + y_4)$$

Note-se que as expressões para q_A , q_B , e q_{AB} são combinações lineares das respostas, onde a soma dos coeficientes é zero. Tais expressões são chamadas contrastes.

Os coeficientes de y_1 's na equação para q_A são idênticos aos níveis de A listados na Tabela 4.3. Assim, q_A pode ser obtido pela multiplicação das colunas A e y na tabela. Isto também é verdade para q_B e q_{AB} , ambos podem ser obtidos pela multiplicação das respectivas colunas de níveis com a coluna de resposta. Esta observação nos conduz ao método da tabela de sinal para calcular efeitos, a qual é descrita a seguir:

I	A	B	AB	y
1	-1	-1	1	15
1	1	-1	-1	45
1	-1	1	-1	25
1	1	1	1	75
160	80	40	20	Total
40	20	10	5	Total/4

Tabela 4.4 - Método da Tabela de Sinal de Cálculo de Efeitos em um Projeto 2^2

4.7.5.3 Método da Tabela de Sinais para Calcular Efeitos

Para um projeto 2^2 os efeitos podem ser facilmente computados preparando uma matriz de sinal 4 X 4 como mostrado na tabela 4.4. A primeira coluna da matriz é chamada I, e é formada por 1's. As próximas duas colunas, chamadas A e B, contém basicamente todas as possíveis combinações de 1 e -1. A quarta coluna, chamada AB, é o produto das entradas nas colunas A e B. As quatro observações são agora listadas em um vetor de coluna próximo a esta matriz. O vetor de coluna é chamado y e consiste nas respostas correspondentes ao nível do fator listado sob as colunas A e B.

O próximo passo é multiplicar as entradas na coluna I pelas da coluna y e

colocar sua soma abaixo da coluna I. As entradas na coluna A são agora multiplicadas pelas da coluna y e a soma é colocada abaixo da coluna A. Esta operação de multiplicação de colunas é repetida para as duas colunas restantes da matriz.

As somas abaixo de cada coluna são divididas por 4 para dar os coeficientes correspondentes ao modelo de regressão. Geralmente, I não é escrito fora das entradas da matriz. O sinal de positivo ou negativo é o suficiente para denotar 1 ou -1, respectivamente.

4.7.5.4 Distribuição da Variação

A importância de um fator é medida pela proporção do total de variação na resposta que é explicada pelo fator. Então, se dois fatores explicam 90 e 5% da distribuição das respostas, o segundo fator pode ser considerado sem importância em muitas situações práticas.

O experimento da variância de y pode ser computado como segue:

$$Y = Sy^2 = \frac{\sum_i^2 (y_i - \bar{y})^2}{2^2 - 1}$$

Aqui, y denota as formas de resposta dos quatro experimentos. O numerador do lado direito da equação é chamado variação total de y ou Soma Total dos Quadrados (SST):

$$\text{Variação Total de Y} = \text{SST} = \sum_{i=1}^2 (y_i - \bar{y})^2$$

Para um projeto 2^2 , a variação pode ser dividida em três partes:

$$\text{SST} = 2^2 q_A^2 + 2^2 q_B^2 + 2^2 q_{AB}^2$$

Antes de apresentar uma derivação para esta equação, é importante entendê-la. As três partes do lado direito representam a porção da variação total explicadas pelos efeitos de A, B e interação AB, respectivamente. Assim, $2^2 q_A^2$ é a porção de SST que é explicada pelo fator A. Ele é chamado de soma dos quadrados para A e é denominado SSA. Similarmente, SSB é $2^2 q_B^2$ e SSAB (devido a interação AB) é $2^2 q_{AB}^2$. Então,

$$\text{SST} = \text{SSA} + \text{SSB} + \text{SSAB}$$

Esta parte pode ser expressa por uma fração; por exemplo,

$$\text{Fração da variação explicada por A} = \frac{\text{SSA}}{\text{SST}}$$

Quando expressada como uma porcentagem, esta fração fornece uma maneira fácil para indicar a importância do fator A. Os fatores que apresentam uma alta porcentagem de variação são considerados importantes.

Ele pode demonstrar diferentes variações. Assim, um fator que apresenta 60% da variação pode ou não explicar os 60% do total da variação de y . O percentual da variação, por outro lado, é fácil para computar e fácil para explicar a tomada de decisão.

A derivação da equação é apresentada por [MEN94].

As colunas X_A , X_B , $X_A X_B$ da matriz do projeto na tabela 4.4 tem as seguintes propriedades:

1. A soma das entradas em cada coluna é zero;
2. A soma dos quadrados das entradas em cada coluna é quatro;
3. As colunas são ortogonais desde que o produto interno de cada duas colunas é zero;

Exemplo 2: No caso do estudo memória-cache

$$\bar{y} = \frac{1}{4} (15 + 55 + 25 + 75) = 40$$

$$\begin{aligned} \text{Variação Total} &= \sum_{i=1}^4 (y_i - \bar{y})^2 = (25^2 + 15^2 + 15^2 + 35^2) \\ &= 2100 = 4 \times 20^2 + 4 \times 10^2 + 4 \times 5^2 \end{aligned}$$

Assim, o total da variação é 2100, dos quais 1600 (76%) podem ser atribuídos a memória, 400 (19%) podem ser atribuídos para cache, e somente 100 (5%) podem ser atribuídos para interação.

A porcentagem da variação ajuda o pesquisador a decidir se este é ou não o valor para futuras investigações do fator ou interação. Por exemplo, no estudo da memória e cache os 5% da variação devido à interação parece descartável. O primeiro fator que vale a pena explorar futuramente é o tamanho da memória, que abrange 76% da variação. O cache é menos importante porque ele abrange apenas 19% da variação.

Estudo de caso 1: Duas memórias de rede interconectadas chamadas Omega e Crossbar são comparadas usando simulação. Elas tem regras de endereços Random e Matrix. Como o nome implícito, Random refere-se a regras de endereçamento de memória com uma probabilidade uniforme de referência. A segunda regra simulou problemas na multiplicação de matriz em que cada processador (de um sistema de multiprocessador) faz uma parte da multiplicação. Para uma análise simples, muitos fatores que eram conhecidos afetam a performance da interconexão de rede e foram

fixados nos níveis como segue:

1. Número de processadores foram fixados em 16.
2. Requisições em fila não são bufferizadas, mas bloqueadas.
3. Circuitos de comutação foram usados no lugar de pacotes de comutação.
4. Arbitrações Random foram usadas no lugar de "round robin".
5. Infinitas intercalações de memória foram usadas a fim de não existir banco de memória.

Um projeto de experimento fatorial 2^2 é usado. O símbolo transferido é mostrado na tabela 4.5. Três diferentes performances métricas são computadas usando simulação: média do throughput (T), 90% do tempo de trânsito no ciclo (N), e média do tempo de resposta (R). A medida da performance é mostrada na tabela 4.6. Os efeitos computados usando o método de tabela simples, é apresentado na tabela 4.7. A tabela também contém porcentagens das variações explicadas.

Símbolo	Fator	Nível -1	Nível 1
A	Tipo de rede	Crossbar	Omega
B	Regra de endereço usado	Random	Matrix

Tabela 4.5 - Fatores usados na Interconexão da rede em estudo

A	B	Respostas		
		T	N	R
-1	-1	0,6041	3	1,655
1	-1	0,4220	5	2,378
-1	1	0,7922	2	1,262
1	1	0,4711	4	2,190

Tabela 4.6 - Resposta das medidas na interconexão da rede em estudo.

Parâmetros	Medidas Estimadas			Variações Observadas (%)		
	T	N	R	T	N	R
q_0	0,5725	3,5	1,871			
q_A	0,0595	-0,5	-0,145	17,2	20	10,9
q_B	-0,1257	1,0	0,413	77,0	80	87,8
q_{AB}	-0,0346	0,0	0,051	5,8	0	1,3

Tabela 4.7 - Efeitos Medidos para a Interconexão de Rede em Estudo

Os resultados são interpretados como segue:

- A média do throughput é 0,5725. O throughput é mais afetado pelas regras de referência, que produz uma diferença de aproximadamente 0,1257 e assim

corresponde a 77% da variação. O tipo de rede contribui 0,0595 para o throughput. Redes Omega dão muito maior que a média e, redes Crossbar dão muito menor que a média. Assim, a diferença de rede entre os dois tipos é 0,119. A escolha da rede é afetado pela regra de endereço desde que seja desconsiderado interações. Dependendo da regra de endereço e da combinação da rede, o throughput pode subir ou descer 0,0346.

- Os 90% do tempo de trânsito é também afetado a maioria das vezes pela regra de endereço. Então se q_A é negativo, o tempo é maior para $A = -1$ ou a rede é Crossbar. Isto refere-se a ambas as regras de endereço desde que não haja interação entre elas e o tipo de rede.
- O tempo de resposta também depende na maioria das vezes da regra de endereço. A interação entre a regra e o tipo de rede é baixa.

Assim, observa-se que as três medidas são afetadas mais pela regra de endereço do que pelo tipo de rede. Isto porque as regras de endereço escolhidas são muito diferentes.

Para aplicação desta etapa da metodologia no ambiente em estudo, optou-se pela simulação por motivos já relatados anteriormente.

Por tratar-se de *call center*, a ferramenta CallSim possui todos os recursos necessários para aplicação da simulação, uma vez que a mesma já é um template do Arena elaborado para centrais de atendimento.

Contudo, a mesma apresenta limitações de vinte agentes trabalhando simultaneamente. Desta forma, as informações tiveram que ser reduzidas de maneira a representar a situação real do ambiente em estudo.

Como o *call center* em estudo possui 52 posições de atendimento que podem ser ocupadas simultaneamente de acordo com as necessidades, e o software utilizado limita em 20 atendentes, este número foi reduzido. Esta redução é equivalente a 40%. Desta forma, o número de troncos e de chamadas recebidas também foram reduzidos 40%.

Outra limitação do software utilizado é que o mesmo não possui um equipamento que represente uma URA. Desta forma, a simulação foi realizada baseando-se que exista um grupo de agentes chamado URA que atenderá as chamadas recebidas e irá transferir as mesmas para os agentes quando for solicitado.

Desta forma, também foi efetuada redução no número de agentes para os

demais grupos: especialistas e genéricos.

Sendo assim, iniciou-se o trabalho definindo os valores mínimos e máximos, conforme tabela 4.8, para aplicação do projeto fatorial 2^K .

Parâmetros		-1	1
Número de Chamadas	A	4000	2800
Tempo de Conversação	B	3,5 a 2,5	1,5 a 2,5
Número de Linhas	C	7	13
Número de Agentes	D	13	20

Tabela 4.8 – Valores Mínimos e Máximos Utilizados na Simulação

Com as informações coletadas e o ambiente modelado iniciou-se as simulações. Para cada combinação foram feitos cinco experimentos para que fosse possível determinar o erro, conforme apresentado na tabela 4.9.

Tempo no Call Center																					
Experimentos	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	T1	T2	T3	T4	T5	T Médio	e1	e2	e3	e4	e5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,94807	0,94807	0,94807	0,94807	0,94807	0,94807	0	0	0	0	0
2	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	0,98081	0,98081	0,98081	0,98081	0,98081	0,98081	0	0	0	0	0
3	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	0	0	0	0	0
4	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0,96625	0,96625	0,96625	0,96625	0,96625	0,96625	0	0	0	0	0
5	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1,45130	1,45130	1,45130	1,45130	1,45130	1,45130	0	0	0	0	0
6	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1,41630	1,41630	1,41630	1,41630	1,41630	1,41630	0	0	0	0	0
7	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	1,44630	0	0	0	0	0
8	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1,43420	1,43420	1,43420	1,43420	1,43420	1,43420	0	0	0	0	0
9	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0,96267	0,96267	0,96267	0,96267	0,96267	0,96267	0	0	0	0	0
10	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,94411	0,94411	0,94411	0,94411	0,94411	0,94411	0	0	0	0	0
11	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0,96454	0,96454	0,96454	0,96454	0,96454	0,96454	0	0	0	0	0
12	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,96904	0,96904	0,96904	0,96904	0,96904	0,96904	0	0	0	0	0
13	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1,41990	1,41990	1,41990	1,41990	1,41990	1,41990	0	0	0	0	0
14	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1,38040	1,38040	1,38040	1,38040	1,38040	1,38040	0	0	0	0	0
15	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1,43290	1,43290	1,43290	1,43290	1,43290	1,43290	0	0	0	0	0
16	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1,41650	1,41650	1,41650	1,41650	1,41650	1,41650	0	0	0	0	0

Tabela 4.9 – Valores Obtidos na Simulação do Parâmetro Tempo no Call Center

Como pode ser observado na tabela acima, as cinco simulações, independente das combinações feitas, apresentaram os mesmos resultados. Desta forma, não se obteve nenhum erro. Isso ocorreu também nas simulações referentes a utilização dos agentes URA, utilização dos agentes genéricos e especialistas. Desta forma, esta tabela não será apresentada para os demais requisitos analisados nas simulações.

Como a ferramenta utilizada para a simulação não dispõe de um componente Unidade de Resposta Audível (URA), para fins da realização da simulação, criou-se um grupo de agentes para este fim. Este grupo atende todas as chamadas e se for necessário realiza as transferências.

Como o *call center* em estudo prioriza seus clientes de acordo com o consumo mensal dos serviços, fez-se a divisão em dois grupos de agentes: especialistas e genéricos.

Os agentes especialistas, em menor número, atendem os clientes vips da

empresa. O outro grupo atende os demais clientes.

Na tabela 4.10 é apresentado os resultados obtidos após geradas as simulações e aplicado o método do fator 2^k para verificação do fator tempo no *call center*.

Parâmetros	Importância Relativa					
Número de Chamadas	A	2,90%	AB	1,31%	BD	1,04%
Tempo de Conversação	B	83,45%	AC	1,43%	CD	1,59%
Número de Linhas	C	2,64%	AD	1,45%	erro	0,00%
Número de Agentes	D	2,57%	BC	1,62%		

Tabela 4.10 – Valores Obtidos para o Fator Tempo no Call Center

Através da tabela acima pode-se perceber que o parâmetro que mais influência no fator tempo no *call center* é o tempo de conversação, seguido do número de chamadas recebidas. Isso pode ser comprovado, pelo fato de que quando os agentes estão falando com o cliente e já estão ocupados todos os troncos que a empresa possui, os demais clientes não poderão entrar na fila, obtendo desta forma um sinal de ocupado. O número de chamadas recebidas também contribui para que o fator em análise, porém em proporção reduzida.

Desta forma, a empresa deveria empregar treinamentos constantes para que este fator fosse reduzido, ou educar os atendentes para que os mesmos sejam mais objetivos sem decair na qualidade do serviço prestado.

A tabela 4.11 apresenta os resultados obtidos na análise do fator utilização da URA.

Parâmetros	Importância Relativa					
Número de Chamadas	A	16,20%	AB	0,22%	BD	2,05%
Tempo de Conversação	B	18,11%	AC	2,36%	CD	0,99%
Número de Linhas	C	8,00%	AD	1,59%	erro	0,00%
Número de Agentes	D	47,79%	BC	2,68%		

Tabela 4.11 – Valores obtidos para o Fator Utilização da URA

Como já foi descrito anteriormente, o Call\$im não dispõem do equipamento Unidade de Resposta Audível (URA) para realização da simulação. Desta forma, para que fosse avaliado o desempenho da mesma, fez-se a modelagem como se a mesma fosse um grupo de agentes que recebem todas as chamadas e encaminham para os atendentes quando necessário. Para uma empresa de serviço móvel celular, 60% das chamadas são atendidas pela URA sem necessidade de interação com os agentes. Desta forma, constatou-se através da simulação que o parâmetro de maior influência é o número de agentes, ou seja, o número de clientes que a máquina consegue atender numa

única vez. Sendo assim, pode-se perceber que a mesma está sendo sub-utilizada e que a mesma comporta uma demanda ainda maior. Contudo, para conclusões maiores, deveria ser feito um estudo de como este equipamento funciona internamente, bem como a forma para o roteamento das chamadas e programações dos menus.

A tabela 4.12, apresentada abaixo, mostra os valores obtidos através da simulação e emprego do método fator 2^K para o fator utilização do grupo de agentes genéricos.

Parâmetros	Importância Relativa					
Número de Chamadas	A	19,56%	AB	0,02%	BD	0,33%
Tempo de Conversação	B	24,41%	AC	1,43%	CD	0,01%
Número de Linhas	C	8,00%	AD	0,83%	erro	0,00%
Número de Agentes	D	41,53%	BC	3,90%		

Tabela 4.12 – Valores obtidos para o Fator Utilização do Grupo de Agentes Genéricos

Através da tabela acima, pode-se perceber que o parâmetro que mais influência no fator utilização do grupo de agentes genéricos é o número de agentes seguido do tempo de conversação. Isso é facilmente explicado, pois quanto mais agentes a central de atendimento possuir, um número maior de clientes poderão ser atendidos simultaneamente. Se os mesmos forem objetivos e estiverem bem treinados, o tempo de conversação será reduzido, proporcionando o atendimento de um maior número de chamadas, que é a carga de um *call center*. Também deve-se ressaltar que este grupo de atendentes são os responsáveis pelo atendimento de um volume maior de chamadas. Contudo, se os atendentes do grupo especialista estiverem ociosos e houver fila de espera neste grupo, após quinze segundos as mesmas são transferidas para o outro grupo. Deve-se mencionar também que a central de atendimento já funciona como ativa, permitindo aos agentes realizarem chamadas, o que não foi considerado na simulação.

A tabela 4.13 apresenta os resultados obtidos na avaliação do fator utilização do grupo de agentes especialistas.

Parâmetros	Importância Relativa					
Número de Chamadas	A	48,88%	AB	0,04%	BD	2,04%
Tempo de Conversação	B	30,50%	AC	3,14%	CD	0,54%
Número de Linhas	C	13,30%	AD	0,40%	erro	0,00%
Número de Agentes	D	0,22%	BC	0,94%		

Tabela 4.13 – Valores obtidos para o Fator Utilização do Grupo de Agentes

Especialistas

Através da tabela 4.13, pode-se perceber que o parâmetro que sofre maior

influência quando analisado o fator utilização do grupo de agentes especialistas é o número de chamadas recebidas, seguido do parâmetro tempo de conversação. Isso é justificado pelo fato da central de atendimento em estudo receber um número reduzido de chamadas para este grupo de agentes. Contudo, geralmente o atendimento é um pouco mais demorado, refletindo desta forma, no tempo de atendimento. Também a empresa adotou a política de que os clientes que utilizam mais os serviços não devem ficar aguardando na fila de espera. Desta forma, os agentes deste grupo passam um bom tempo ociosos sem receber chamadas. Sendo assim, deveria ser revisto o número de agentes necessários para este grupo, para que o grupo de agentes genéricos não seja prejudicado.

4.8 Desenvolvimento, Validação e Calibragem do Modelo de Desempenho

A validação de um sistema ocorre quando se obtém resultados iguais ou similares àqueles que acontecem na realidade do dia-a-dia. As metodologias conhecidas podem ajudar em muitas elucidações mas existem situações em que a simulação pode não oferecer aqueles resultados almejados. Isto acontece porque em determinadas circunstâncias não estão disponíveis todos os elementos em apreço e ou não foram efetuados experimentos da espécie dificultando a consecução do objetivo.

Qual o modelo que tem comportamento idêntico ao sistema real? Como construir um modelo que atue da mesma forma daquele vivido na prática?

Na verdade a simulação ou utilização de métodos analíticos conduzem a modelos que apresentam comportamentos similares àqueles originados na vivência.

Pesquisados os dados para o trabalho, constatou-se que o software a ser utilizado apresentava limitações. Para tornar o sistema operacional, os elementos alocados foram reduzidos de forma a compatibilizar as partes envolvidas no processo.

Efetuada a simulação em apreço verifica-se que os resultados obtidos aproximam-se muito da realidade vivenciada o que justifica a pesquisa.

Diante do fato pode-se afiançar a validade da metodologia e ferramental utilizado inferindo-se ser interessante todo o processo realizado e que o *call center* suporta o volume de trabalho em estudo.

5 CONCLUSÕES E SUGETÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Através do presente trabalho propôs-se uma metodologia para planejamento de capacidade de um *call center*. A partir do desenvolvimento da mesma, fez-se necessário a inclusão de duas novas etapas as quais não faziam parte da metodologia proposta para planejamento de capacidade de sistemas. As mesmas são dimensionamento e projeções de volumes de chamadas. A etapa de dimensionamento consiste basicamente na alocação dos atendentes em suas posições de atendimento (PA's), sem ocorrência de muito desperdício. A etapa de projeção de volumes, faz-se necessária para que o dimensionamento possa ser realizado. Na etapa de projeções de volumes percebeu-se a importância das contribuições do matemático dinamarquês Erlang, o qual fez inúmeros estudos e disponibilizou muitas tabelas, utilizadas na atualidade para o dimensionamento do tráfego telefônico. Estas tabelas são aplicadas em vários softwares disponibilizados no mercado para o cálculo do número de agentes, tais como o TCS ou os apresentados na página www.erlang.com.

Com o emprego da simulação sucedido pelo método do fator 2^K pode-se verificar que a estrutura do *call center* em estudo suporta a demanda esperada para a metade do ano de 2001. Contudo deve ser revisto o número de agentes necessários para o grupo especialistas, para que os agentes genéricos não sejam sobrecarregados.

O presente trabalho apresentou a caracterização de carga de trabalho de acordo com as variações sazonais que ocorrem em um *call center*. Contudo, a simulação foi realizada através de médias dos meses após a implantação da nova central de atendimento ao cliente. Para um melhor entendimento e dimensionamento seria interessante que fosse realizada a simulação do ambiente em estudo, efetuando médias

dos dias da semana.

Em virtude das limitações dos relatórios gerados pelo SAC em estudo, não foi efetuada uma simulação para caracterização da carga, bem como os demais passos da metodologia, para os diversos tipos de chamadas. Isso é algo interessante e poderia ser efetuado para os tipos informações, serviços e reclamações.

Também seria de grande valia uma apresentação de como é efetuado o dimensionamento do número de troncos de um *call center*, bem como o mesmo deve ser calculado.

Poderia ser aplicada outra técnica, tais como modelagem analítica ou medições confrontando com os resultados obtidos na simulação para que os resultados obtidos pudessem ser confirmados.

As formas de roteamento das chamadas na URA e seu funcionamento poderiam ser melhor exploradas, identificando por exemplo, como minimizar o volume de chamadas encaminhadas para os atendentes através da criação de um novo menu neste equipamento.

Outro trabalho que poderia ser feito consiste de um estudo para avaliação de desempenho e planejamento de capacidade de um *call center* ativo.

A partir deste trabalho, muitos outros poderão ser realizados como complementação. No entanto, pode-se dizer que o trabalho atingiu seus objetivos, uma vez que a metodologia proposta para planejamento de capacidade de *call center* pode ser aplicada sem nenhum problema e que o método utilizado para validar a metodologia é compatível com a mesma.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ARE95] ARENA 2.0. Reference Guide. System Modelling Corp, PA, USA, 1995.
- [BRO95] BROWNING, Tim. "Capacity Planning for Computing Systems". Academic Press, 1995.
- [CRE99] CRESPO, Rose, "A Internet está chamando". Info Exame. Editora Globo, São Paulo - SP. Agosto, 1999. Pag 98.
- [FIL99] FILHO, Paulo José de Freitas, "Apostila de Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas". UFSC, Departamento de Informática e Estatística , 1999, Florianópolis, SC, Brasil.
- [FOC99] III Fórum Customer America Latina. Institute for International Reserach. São Paulo - SP. Agosto, 1999.
- [FOX00] FOXWORTHY, Jim. "*Capacity Planning*" – *Product Manager, Landmark Systems Corporations – Enterprise Management Institute* (SUMMIT OnLine) <http://www.summitonline.com/netmanage/papers/landmark1.html>, consultado em maio de 2000.
- [FER78] FERRARI, D. "Computer Systems Performance Evaluation". Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.
- [ISE99] ISERN, José. A importância dos serviços profissionais na implantação de

um *call center*. Feira e congresso internacional sobre soluções para contatos com clientes. São Paulo - SP. Maio, 1999.

[JAI91] JAIN, Raj. "The Art of Computer Systems Performance Analysis - Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling". 1991.

[LAW91] LAW, E. M.; Kelton, W. D. "Simulation Modeling and Analysis". McGraw-Hill, USA, 1991.

[LOS99] LOPES, Fábio. A estrada que leva aos clientes. Network Computing Brasil. IT Mídia Ltda, São Paulo - SP. Novembro, 1999.

[LUC71] LUCAS, H. C. Jr. "Performance Evaluation and Monitoring". Computing Surveys, 1971.

[BRO95] BROWNING, Tim. "Capacity Planning for Computing Systems". Academic Press, 1995.

[MAR56] MARSHALL, A. W. Na Introductory note.; In: MEYER, H. A., ed. Symposium on Monte Carlo Methods, New York, J. Wiley, 1956. Pag. 1-14.

[MAY96] MAY, K; MATIAS, R. Jr. & SPECIALSKI, E. S. Especificação e Implementação dos Tipos Construtores ASN.1. UFSC, Trabalho de Conclusão de Curso, 1996, Florianópolis, SC, Brasil.

[RAM99] RAMÓN, Carlos. Central de Fidelidade. Consumidor Moderno. Padrão Editorial Ltda., São Paulo - SP. Março/Abril, 1999. Pag. 42.

[SCA99] SCAGLIA, Alexandre. As suas ordens. Information Week. Padrão Editorial Ltda., São Paulo - SP. Novembro, 1999. Ag. 40-46.

[SAM00] SAMPAIO, Nadja; SANTOS, Ana Cecília. Teste aponta os

[SIL99] SILVA, Elias Rogério. Combinação entre tecnologia e RH. Network Computing Brasil. IT Mídia Ltda., São Paulo - SP. Abril, 1999. Pag. 51

[SIM99] SIMÕES, Márcio. Easyphone caminha para a globalização. RNT - Revista Nacional de Telecomunicações. Advanstar Editora e Comunicações, São Paulo - SP. Maio, 1999. Pag 114 - 152.

[SIS96] System Modeling Corporation. "CallSim Template User's Guide". 1996, Sewickley, PA. USA.

ANEXO

N	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	1.2%	1.5%	2.0%	3.0%	5.0%	7.0%	10.0%	15.0%	20.0%	30.0%	40.0%	50.0%	N
1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.012	0.015	0.020	0.030	0.050	0.075	0.110	0.170	0.250	0.420	0.670	1.000	1
2	0.014	0.020	0.025	0.032	0.046	0.065	0.081	0.094	0.105	0.116	0.126	0.135	0.144	0.153	0.168	0.180	0.223	0.282	0.381	0.470	0.595	0.796	1.000	0.796	1.000	1.450	2
3	0.087	0.110	0.127	0.152	0.194	0.249	0.289	0.321	0.349	0.374	0.397	0.418	0.437	0.455	0.489	0.535	0.602	0.715	0.899	1.060	1.270	1.600	1.930	2.630	3.480	4.580	3
4	0.235	0.282	0.315	0.362	0.439	0.535	0.602	0.656	0.701	0.741	0.777	0.810	0.841	0.869	0.922	0.992	1.090	1.260	1.520	1.750	2.050	2.500	3.000	3.890	5.020	6.500	4
5	0.452	0.527	0.577	0.649	0.762	0.900	0.994	1.070	1.130	1.190	1.240	1.280	1.320	1.36	1.43	1.52	1.66	1.88	2.22	2.50	2.88	3.45	4.01	5.19	6.60	8.44	5
6	0.728	0.832	0.900	0.996	1.150	1.330	1.450	1.540	1.620	1.690	1.750	1.810	1.860	1.91	2.00	2.11	2.28	2.54	2.96	3.30	3.76	4.44	5.11	6.51	8.19	10.40	6
7	1.05	1.19	1.27	1.39	1.56	1.80	1.95	2.06	2.16	2.24	2.31	2.38	2.44	2.50	2.60	2.74	2.94	3.25	3.74	4.14	4.67	5.46	6.23	7.86	9.80	12.40	7
8	1.42	1.58	1.69	1.83	2.05	2.31	2.48	2.62	2.73	2.83	2.91	2.99	3.06	3.13	3.25	3.40	3.63	3.99	4.54	5.00	5.60	6.50	7.37	9.21	11.40	14.30	8
9	1.83	2.01	2.13	2.30	2.56	2.85	3.05	3.21	3.33	3.44	3.54	3.63	3.71	3.78	3.92	4.09	4.34	4.75	5.37	5.88	6.55	7.52	8.52	10.60	13.00	16.30	9
10	2.26	2.47	2.61	2.80	3.09	3.43	3.65	3.82	3.96	4.08	4.19	4.29	4.38	4.46	4.61	4.81	5.08	5.53	6.22	6.78	7.51	8.62	9.86	12.00	14.70	18.30	10
11	2.72	2.96	3.12	3.33	3.65	4.02	4.27	4.45	4.61	4.74	4.86	4.97	5.07	5.16	5.32	5.54	5.84	6.33	7.08	7.59	8.49	9.69	10.90	13.30	16.30	20.30	11
12	3.21	3.47	3.65	3.88	4.23	4.64	4.90	5.11	5.28	5.43	5.55	5.67	5.78	5.88	6.05	6.29	6.61	7.14	7.95	8.61	9.47	10.80	12.00	14.70	18.00	22.20	12
13	3.71	4.01	4.19	4.45	4.83	5.27	5.56	5.76	5.96	6.12	6.26	6.39	6.50	6.61	6.80	7.05	7.40	7.97	8.93	9.54	10.50	11.90	13.20	16.10	19.60	24.20	13
14	4.24	4.56	4.76	5.03	5.45	5.92	6.23	6.47	6.66	6.83	6.98	7.12	7.24	7.35	7.56	7.82	8.20	8.80	9.73	10.51	11.50	13.00	14.40	17.50	21.20	26.20	14
15	4.78	5.12	5.34	5.63	6.08	6.58	6.91	7.17	7.38	7.56	7.71	7.86	7.99	8.11	8.33	8.61	9.01	9.65	10.60	11.40	12.50	14.10	15.60	18.90	22.90	28.20	15
16	5.34	5.70	5.94	6.25	6.72	7.26	7.61	7.88	8.10	8.29	8.46	8.61	8.75	8.88	9.11	9.41	9.83	10.50	11.50	12.40	13.50	15.20	16.80	20.30	24.50	30.20	16
17	5.91	6.30	6.55	6.88	7.38	7.95	8.32	8.60	8.83	9.03	9.21	9.37	9.52	9.65	9.89	10.20	10.70	11.40	12.50	13.40	14.50	16.30	18.00	21.70	26.20	32.20	17
18	6.50	6.91	7.17	7.52	8.05	8.64	9.03	9.33	9.58	9.79	9.98	10.10	10.30	10.4	10.7	11.0	11.5	12.2	13.4	14.3	15.5	17.4	19.2	23.1	27.8	34.2	18
19	7.09	7.53	7.80	8.17	8.72	9.35	9.76	10.10	10.30	10.60	10.70	10.90	11.10	11.2	11.5	11.8	12.3	13.1	14.3	15.3	16.6	18.5	20.4	24.5	29.5	36.2	19
20	7.70	8.16	8.44	8.83	9.41	10.10	10.50	10.80	11.10	11.30	11.50	11.70	11.90	12.0	12.3	12.7	13.2	14.0	15.2	16.3	17.6	19.6	21.6	25.9	31.2	38.2	20
21	8.32	8.79	9.10	9.50	10.10	10.80	11.20	11.60	11.90	12.10	12.30	12.50	12.70	12.8	13.1	13.5	14.0	14.9	16.2	17.3	18.7	20.8	22.8	27.3	32.8	40.2	21
22	8.95	9.44	9.76	10.20	10.80	11.50	12.00	12.30	12.60	12.90	13.10	13.30	13.50	13.7	14.0	14.3	14.9	15.8	17.1	18.2	19.7	21.9	24.1	28.7	34.5	42.1	22
23	9.58	10.10	10.40	10.90	11.50	12.30	12.70	13.10	13.40	13.70	13.90	14.10	14.30	14.5	14.8	15.2	15.8	16.7	18.1	19.2	20.7	23.0	25.3	30.1	36.1	44.1	23
24	10.2	10.8	11.1	11.6	12.2	13.0	13.5	13.9	14.2	14.5	14.7	14.9	15.1	15.3	15.6	16.0	16.6	17.6	19.0	20.2	21.8	24.2	26.5	31.6	37.8	46.1	24
25	10.9	11.4	11.8	12.3	13.0	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1	16.5	16.9	17.5	18.5	20.0	21.2	22.8	25.3	27.7	33.0	39.4	48.1	25
26	11.5	12.1	12.5	13.0	13.7	14.5	15.1	15.5	15.8	16.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.3	17.8	18.4	19.4	20.9	22.2	23.9	26.4	28.9	34.4	41.1	50.1	26
27	12.2	12.8	13.2	13.7	14.4	15.3	15.8	16.3	16.6	16.9	17.2	17.4	17.6	17.8	18.2	18.6	19.3	20.3	21.9	23.2	24.9	27.6	30.2	35.8	42.8	52.1	27
28	12.9	13.5	13.9	14.4	15.2	16.1	16.6	17.1	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4	18.6	19.0	19.5	20.2	21.2	22.9	24.2	26.0	28.7	31.4	37.2	44.4	54.1	28
29	13.6	14.2	14.6	15.1	15.9	16.8	17.4	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9	20.4	21.0	22.1	23.8	25.2	27.1	29.9	32.6	38.6	46.1	56.1	29
30	14.2	14.9	15.3	15.9	16.7	17.6	18.2	18.7	19.0	19.4	19.6	19.9	20.1	20.3	20.7	21.2	21.9	23.1	24.8	26.2	28.1	30.8	33.5	40.0	47.7	58.1	30
31	14.9	15.6	16.0	16.6	17.4	18.4	19.0	19.5	19.9	20.2	20.5	20.7	21.0	21.2	21.6	22.1	22.8	24.0	25.8	27.2	29.2	32.1	35.1	41.5	49.4	60.1	31
32	15.6	16.3	16.8	17.3	18.2	19.2	19.8	20.3	20.7	21.0	21.3	21.6	21.8	22.0	22.5	23.0	23.7	24.9	26.7	28.2	30.2	33.3	36.3	42.9	51.1	62.1	32
33	16.3	17.0	17.5	18.1	19.0	20.0	20.6	21.1	21.5	21.9	22.2	22.4	22.7	22.9	23.3	23.9	24.6	25.8	27.7	29.3	31.3	34.4	37.5	44.3	52.7	64.1	33
34	17.0	17.8	18.2	18.8	19.7	20.8	21.4	21.9	22.3	22.7	23.0	23.3	23.5	23.8	24.2	24.8	25.5	26.8	28.7	30.3	32.4	35.6	38.8	45.7	54.4	66.1	34
35	17.8	18.5	19.0	19.6	20.5	21.6	22.2	22.7	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4	24.6	25.1	25.6	26.4	27.7	29.7	31.3	33.4	36.7	40.0	47.1	56.0	68.1	35
36	18.5	19.2	19.7	20.3	21.3	22.4	23.1	23.6	24.0	24.4	24.7	25.0	25.3	25.5	26.0	26.5	27.3	28.6	30.7	32.3	34.5	37.9	41.2	48.6	57.7	70.1	36
37	19.2	20.0	20.5	21.1	22.1	23.2	23.9	24.4	24.8	25.2	25.6	25.9	26.1	26.4	26.8	27.4	28.3	29.6	31.6	33.3	35.6	39.0	42.4	50.0	59.4	72.1	37
38	19.9	20.7	21.2	21.9	22.9	24.0	24.7	25.2	25.7	26.1	26.4	26.7	27.0	27.3	27.7	28.3	29.2	30.5	32.6	34.4	36.6	40.2	43.7	51.4	61.0	74.1	38
39	20.6	21.5	22.0	22.6	23.7	24.8	25.5	26.1	26.5	26.9	27.3	27.6	27.9	28.1	28.6	29.2	30.1	31.5	33.6	35.4	37.7	41.3	44.9	52.8	62.7	76.1	39
40	21.4	22.2	22.7	23.4	24.4	25.6	26.3	26.9	27.4	27.8	28.1	28.5	28.7	29.0	29.5	30.1	31.0	32.4	34.6	36.4	38.8	42.5	46.1	54.2	64.4	78.1	40
41	22.1	23.0	23.5	24.2	25.2	26.4	27.2	27.8	28.2	28.6	29.0	29.3	29.6	29.9	30.4	31.0	31.9	33.4	35.6	37.4	39.9	43.6	47.4	55.7	66.0	80.1	41
42	22.8	23.7	24.2	25.0	26.0	27.2	28.0	28.6	29.1	29.5	29.9	30.2	30.5	30.8	31.3	31.9	32.8	34.3	36.6	38.4	40.9	44.8	48.6	57.1	67.7	82.1	42
43	23.6	24.5	25.0	25.7	26.8	28.0	28.8	29.4	29.9	30.4	30.7	31.1	31.4	31.7	32.2	32.8	33.8	35.3	37.6	39.5	42.0	45.9	49.9	58.5	69.3	84.1	43
44	24.3	25.2	25.8	26.5	27.6	28.9	29.7	30.3	30.8	31.2	31.6	31.9	32.3	32.5	33.1	33.7	34.7	36.2	38.6	40.5	43.1	47.1	51.1	59.9	71.0	86.1	44
45	25.1	26.0	26.6	27.3	28.4	29.7	30.5	31.1	31.7	32.1	32.5	32.8	33.1	33.4	34.0	34.6	35.6	37.2	39.6	41.5	44.2	48.2	52.3	61.3	72.7	88.1	45
46	25.8	26.8	27.3	28.1	29.3	30.5	31.4	32.0	32.5	33.0	33.4	33.7	34.0	34.3	34.9	35.6	36.5	38.1	40.5	42.5	45.2	49.4	53.6	62.8	74.3	90.1	46
47	26.6	27.5	28.1	28.9	30.1	31.4	32.2	32.9	33.4	33.8	34.2	34.6	34.9	35.2	35.8	36.5	37.5	39.1	41.5	43.6	46.3	50.6	54.8				

N	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.7%	0.9%	1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	N	
50	28.9	29.9	30.5	31.3	32.5	33.9	34.8	35.4	36.0	36.5	37.2	37.6	37.9	38.5	39.2	40.3	41.9	44.5	46.7	49.6	54.0	58.5	64.0	70.0	50	
51	29.6	30.6	31.3	32.1	33.3	34.7	35.6	36.3	36.9	37.3	37.8	38.1	38.5	38.8	39.4	40.1	41.2	42.9	45.5	47.7	50.6	55.2	59.7	65.2	71.0	51
52	30.4	31.4	32.0	32.8	34.0	35.4	36.3	37.0	37.7	38.2	38.6	39.0	39.4	39.7	40.4	41.2	42.9	45.5	48.1	50.8	54.4	58.9	64.4	70.0	76.0	52
53	31.2	32.2	32.8	33.7	35.0	36.4	37.3	38.0	38.6	39.1	39.5	39.9	40.3	40.6	41.2	42.0	43.1	44.8	47.5	49.8	52.8	57.5	62.2	67.8	73.0	53
54	31.9	33.0	33.6	34.5	35.8	37.2	38.2	38.9	39.5	40.0	40.4	40.8	41.2	41.5	42.1	42.9	44.0	45.8	48.5	50.8	53.9	58.7	63.5	69.0	74.0	54
55	32.7	33.8	34.4	35.3	36.6	38.1	39.0	39.6	40.1	40.9	41.3	41.7	42.1	42.4	43.0	43.8	44.9	46.7	49.5	51.9	55.0	59.8	64.7	70.0	75.0	55
56	33.5	34.6	35.2	36.1	37.5	38.9	39.9	40.6	41.2	42.1	42.6	43.0	43.3	43.9	44.7	45.9	47.7	50.5	52.9	56.1	61.0	65.9	71.0	76.0	81.0	56
57	34.3	35.4	36.0	36.9	38.3	39.8	40.8	41.5	42.1	42.8	43.3	43.9	44.2	44.8	45.7	46.8	48.7	51.5	53.9	57.1	62.1	67.2	72.3	77.0	82.0	57
58	35.1	36.2	36.8	37.8	39.1	40.6	41.6	42.4	43.0	43.9	44.4	44.8	45.1	45.8	46.6	47.8	49.6	52.6	55.0	58.2	63.3	68.4	73.5	78.0	83.0	58
59	35.8	37.0	37.6	38.6	40.0	41.5	42.5	43.3	44.0	44.9	45.3	45.7	46.0	46.7	47.5	48.7	50.6	53.6	56.0	59.3	64.5	69.6	74.7	79.0	84.0	59
60	36.6	37.8	38.5	39.4	40.8	42.4	43.4	44.1	44.8	45.3	45.8	46.2	46.6	46.9	47.6	48.4	49.6	51.6	54.6	57.1	60.4	65.6	70.7	75.0	80.0	60
61	37.4	38.6	39.3	40.2	41.6	43.2	44.2	45.0	45.6	46.2	46.7	47.1	47.5	47.9	48.5	49.4	50.6	52.5	55.6	58.1	61.5	66.8	72.1	76.0	81.0	61
62	38.2	39.4	40.1	41.0	42.5	44.1	45.1	45.9	46.5	47.1	47.6	48.0	48.4	48.8	49.4	50.3	51.5	53.5	56.6	59.1	62.6	68.0	73.3	77.0	82.0	62
63	39.0	40.2	40.9	41.7	43.2	44.8	45.8	46.6	47.2	47.8	48.3	48.8	49.3	49.7	50.4	51.2	52.5	54.5	57.6	60.2	63.7	69.1	74.4	78.0	83.0	63
64	39.8	41.0	41.7	42.7	44.2	45.8	46.8	47.6	48.3	48.9	49.4	49.8	50.2	50.6	51.3	52.2	53.4	55.4	58.6	61.2	64.8	70.3	75.6	79.0	84.0	64
65	40.6	41.8	42.5	43.5	45.0	46.6	47.7	48.5	49.2	49.8	50.3	50.7	51.1	51.5	52.2	53.1	54.4	56.4	59.6	62.3	65.8	71.4	76.7	80.0	85.0	65
66	41.4	42.6	43.3	44.4	45.8	47.5	48.6	49.4	50.1	50.7	51.2	51.6	52.0	52.4	53.1	54.0	55.3	57.4	60.6	63.3	66.9	72.6	77.9	81.0	86.0	66
67	42.2	43.4	44.2	45.2	46.7	48.4	49.5	50.3	51.0	51.6	52.1	52.5	53.0	53.4	54.1	55.0	56.3	58.4	61.6	64.4	68.0	73.8	79.1	82.0	87.0	67
68	43.0	44.2	45.0	46.0	47.5	49.2	50.3	51.2	51.9	52.5	53.0	53.4	53.9	54.3	55.0	55.9	57.2	59.3	62.5	65.4	69.1	74.9	80.2	83.0	88.0	68
69	43.8	45.0	45.8	46.8	48.4	50.1	51.2	52.1	52.8	53.4	53.9	54.4	54.8	55.2	55.9	56.9	58.2	60.3	63.5	66.4	70.2	76.0	81.3	84.0	89.0	69
70	44.6	45.8	46.6	47.7	49.2	51.0	52.1	53.0	53.7	54.3	54.8	55.3	55.7	56.1	56.8	57.8	59.1	61.3	64.7	67.5	71.3	77.1	82.4	85.0	90.0	70
71	45.4	46.7	47.5	48.5	50.1	51.8	53.0	53.8	54.6	55.2	55.7	56.2	56.6	57.0	57.8	58.7	60.1	62.3	65.7	68.5	72.4	78.2	83.5	86.0	91.0	71
72	46.2	47.5	48.3	49.4	50.9	52.7	53.9	54.7	55.5	56.1	56.6	57.1	57.5	58.0	58.7	59.7	61.0	63.2	66.7	69.5	73.5	79.3	84.6	87.0	92.0	72
73	47.0	48.3	49.1	50.2	51.8	53.6	54.7	55.6	56.4	57.0	57.5	58.0	58.5	58.9	59.6	60.6	62.0	64.2	67.7	70.6	74.6	80.4	85.7	88.0	93.0	73
74	47.8	49.1	49.9	51.0	52.7	54.5	55.6	56.5	57.3	57.9	58.4	58.9	59.4	59.8	60.6	61.6	62.9	65.2	68.7	71.7	75.7	81.5	86.8	90.0	95.0	74
75	48.6	49.9	50.8	51.9	53.5	55.3	56.5	57.4	58.2	58.8	59.3	59.8	60.3	60.7	61.5	62.5	63.9	66.2	69.7	72.7	76.7	82.5	87.8	91.0	96.0	75
76	49.4	50.8	51.6	52.7	54.4	56.2	57.4	58.3	59.1	59.7	60.3	60.8	61.2	61.7	62.4	63.4	64.9	67.2	70.8	73.8	77.8	83.6	88.9	92.0	97.0	76
77	50.2	51.6	52.4	53.5	55.2	57.1	58.3	59.2	60.0	60.6	61.2	61.7	62.1	62.6	63.4	64.4	65.8	68.1	71.8	74.8	78.9	84.7	89.9	93.0	98.0	77
78	51.1	52.4	53.3	54.4	56.1	58.0	59.2	60.1	60.9	61.5	62.1	62.6	63.1	63.5	64.3	65.3	66.8	69.1	72.8	75.9	80.0	85.8	91.0	94.0	99.0	78
79	51.9	53.2	54.1	55.3	57.0	58.9	60.1	61.0	61.8	62.4	63.0	63.5	64.0	64.4	65.2	66.3	67.7	70.1	73.8	76.9	81.1	86.9	92.0	95.0	100.0	79
80	52.7	54.1	54.9	56.1	57.8	59.7	61.0	61.9	62.7	63.3	63.9	64.4	64.9	65.4	66.2	67.2	68.7	71.1	74.8	78.0	82.2	88.0	93.0	96.0	101.0	80
81	53.5	54.9	55.8	56.9	58.7	60.6	61.8	62.8	63.6	64.2	64.8	65.4	65.8	66.3	67.1	68.2	69.6	72.1	75.8	79.0	83.3	90.1	97.0	102.0	107.0	81
82	54.3	55.7	56.6	57.8	59.5	61.5	62.7	63.7	64.5	65.2	65.8	66.3	66.8	67.2	68.0	69.1	70.6	73.0	76.9	80.1	84.4	91.2	98.0	103.0	108.0	82
83	55.1	56.6	57.5	58.6	60.4	62.4	63.6	64.6	65.4	66.1	66.7	67.2	67.7	68.2	68.9	70.1	71.6	74.0	77.9	81.1	85.5	92.4	99.2	104.0	109.0	83
84	56.0	57.4	58.3	59.5	61.3	63.2	64.5	65.5	66.3	67.0	67.6	68.1	68.6	69.1	69.9	71.0	72.5	75.0	78.9	82.2	86.6	93.6	100.4	105.0	110.0	84
85	56.8	58.2	59.1	60.4	62.1	64.1	65.4	66.4	67.2	67.9	68.5	69.1	69.6	70.0	70.9	71.9	73.5	76.0	79.9	83.2	87.7	94.7	101.5	106.0	111.0	85
86	57.6	59.1	60.0	61.2	63.0	65.0	66.3	67.3	68.1	68.8	69.4	70.0	70.5	70.9	71.8	72.9	74.5	77.0	80.9	84.3	88.8	95.8	102.6	107.0	112.0	86
87	58.4	59.9	60.8	62.1	63.9	65.9	67.2	68.2	69.0	69.7	70.3	70.9	71.4	71.9	72.7	73.8	75.4	78.0	82.0	85.3	89.9	97.1	104.0	109.0	114.0	87
88	59.3	60.8	61.7	62.9	64.7	66.7	67.7	68.7	69.5	70.2	70.8	71.3	71.8	72.3	72.8	73.7	74.6	75.7	77.3	79.9	84.0	91.2	98.0	103.0	108.0	88
89	60.1	61.6	62.5	63.8	65.6	67.6	68.6	69.6	70.4	71.1	71.6	72.2	72.8	73.3	73.7	74.6	75.7	77.3	80.9	85.0	92.2	99.0	104.0	109.0	114.0	89
90	60.9	62.4	63.4	64.6	66.5	68.5	69.5	70.5	71.3	72.0	72.5	73.1	73.7	74.2	74.7	75.6	76.7	78.3	80.9	85.0	92.2	99.0	104.0	109.0	114.0	90
91	61.8	63.3	64.2	65.5	67.4	69.4	70.4	71.4	72.2	73.0	73.5	74.0	74.6	75.1	75.6	76.5	77.6	79.3	81.9	86.0	93.2	100.0	105.0	110.0	115.0	91
92	62.6	64.1	65.1	66.3	68.2	70.2	71.2	72.1	72.9	73.6	74.3	75.0	75.5	76.1	76.6	77.4	78.6	80.2	82.9	87.0	94.2	101.0	106.0	111.0	116.0	92
93	63.4	65.0	65.9	67.2	69.1	71.2	72.2	73.0	73.8	74.5	75.2	75.7	76.3	76.8	77.5	78.4	79.6	81.2	83.9	88.1	95.3	102.0	107.0	112.0	117.0	93
94	64.2	65.8	66.8	68.1	70.0	72.1	73.1	73.9	74.5	75.4	76.2	76.8	77.4	77.9	78.4	79.3	80.5	82.2	84.9	89.1	96.3	103.0	108.0	113.0	118.0	94
95	65.1	66.6	67.6	68.9	70.9	73.0	74.0	74.8	75.5	76.3	77.1	77.7	78.3	78.9	79.4	80.3	81.5	83.1	85.8	90.1	97.3	104.0	109.0	114.0	119.0	95
96	65.9	67.5	68.5	69.8	71.7	73.8	74.8	75.6	76.4	77.2	78.0	78.7	79.3	79.8	80.3	81.2	82.4	84.1	86.8	91.1	98.3	105.0	110.0	115.0	120.0	96
97	66.8	68.3	69.3	70.7	72.6	74.8	75.8	76.6	77.3	78.2	78.9	79.6	80.2	80.7	81.2	82.2	83.4	85.1	87.8	92.1	99.3	106.0	111.0	116.0	121.0	97
98	67.6	69.2	70.2	71.5	73.5	75.7	76.7	77.5	78.2	79.1	79.8	80.5	81.1	81.7	82.2	83.1	84.3	86.0	88.8	93.2	100.4	107.0	112.0	117.0	122.0	98
99	68.4	70.0	71.0	72.4	74.4	76.6	77.6	78.4	79.1	80.0	80.															

N	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	1.2%	1.5%	2.0%	3.0%	5.0%	7.0%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	N
100	69.3	70.9	71.9	73.2	75.2	77.5	79.9	80.0	80.9	81.7	82.4	83.0	83.5	84.1	85.0	86.2	88.0	90.8	95.2	99.0	104.1	112.3	120.6	139.7	164.3	198.0	100
102	70.9	72.6	73.6	75.0	77.0	79.3	80.7	81.8	82.7	83.5	84.2	84.8	85.4	85.9	86.9	88.1	89.9	92.8	97.3	101.1	106.3	114.6	123.1	142.6	167.6	202.0	102
104	72.6	74.3	75.3	76.8	78.8	81.1	82.5	83.7	84.6	85.4	86.1	86.7	87.3	87.8	88.8	90.1	91.9	94.8	99.3	103.1	108.5	116.9	125.6	145.4	170.9	206.0	104
106	74.3	76.0	77.1	78.5	80.5	82.8	84.3	85.5	86.4	87.2	87.9	88.6	89.2	89.7	90.7	92.0	93.8	96.7	101.2	105.0	110.7	119.3	128.1	148.3	174.2	210.0	106
108	76.0	77.7	78.8	80.2	82.3	84.6	86.2	87.3	88.3	89.1	89.8	90.5	91.1	91.6	92.6	93.9	95.7	98.7	103.4	107.4	112.9	121.6	130.6	151.1	177.6	214.0	108
110	77.7	79.4	80.5	81.9	84.1	86.4	88.0	89.2	90.1	90.9	91.7	92.3	92.9	93.5	94.5	95.8	97.7	100.7	105.5	109.5	115.1	124.0	133.1	154.0	180.9	218.0	110
112	79.4	81.1	82.2	83.7	85.8	88.3	89.8	91.0	92.1	93.5	94.2	94.8	95.4	95.9	96.9	98.2	101.2	106.0	110.0	114.0	119.7	128.6	138.1	160.0	187.2	222.0	112
114	81.1	82.9	84.0	85.4	87.6	90.1	91.6	92.8	93.8	95.4	96.1	96.7	97.3	97.8	98.8	100.2	103.2	107.0	111.0	115.0	121.7	131.0	140.6	162.6	190.9	230.0	114
116	82.9	84.6	85.7	87.2	89.4	91.9	93.5	94.7	95.7	97.3	98.0	98.6	99.2	99.7	100.7	101.6	103.5	106.7	110.7	114.7	119.9	129.0	138.7	161.4	190.2	230.0	116
118	84.6	86.3	87.4	89.0	91.2	93.7	95.3	96.5	97.5	99.3	100.0	100.6	101.2	101.7	102.8	103.5	105.5	108.7	112.7	116.7	122.0	131.3	141.1	164.4	194.2	234.0	118
120	86.3	88.0	89.2	90.7	93.0	95.5	97.1	98.4	99.4	101.3	102.1	102.9	103.6	104.3	104.9	105.9	107.4	109.4	112.6	116.6	122.0	131.3	141.1	164.4	194.2	234.0	120
122	87.9	89.8	90.9	92.5	94.7	97.3	98.9	100.2	101.2	102.9	103.6	104.3	104.9	105.9	107.4	109.4	112.6	116.6	122.0	131.3	141.1	164.4	194.2	234.0	242.0	242.0	122
124	89.5	91.5	92.7	94.2	96.5	99.1	100.8	102.1	103.1	104.0	104.8	105.5	106.2	106.8	107.9	109.3	111.3	114.6	119.9	124.0	130.6	138.0	148.1	171.1	200.9	242.0	124
126	91.3	93.2	94.4	96.0	98.3	100.9	102.6	103.9	105.0	106.7	107.4	108.1	108.7	109.8	111.2	113.3	116.6	121.9	126.5	132.7	142.7	153.0	163.8	187.6	226.0	260.0	126
128	93.1	95.0	96.2	97.8	100.1	102.7	104.5	105.8	106.8	107.7	108.5	109.3	109.9	110.6	111.7	113.2	116.6	121.9	126.5	132.7	142.7	153.0	163.8	187.6	226.0	260.0	128
130	94.8	96.7	97.9	99.5	101.9	104.6	106.3	107.6	108.7	109.6	110.4	111.2	111.8	112.5	113.6	115.1	117.2	120.6	126.1	130.7	137.1	147.4	158.0	182.5	214.2	258.0	130
132	96.5	98.5	99.7	101.3	103.7	106.4	108.1	109.5	110.5	111.5	112.3	113.1	113.7	114.4	115.5	117.0	119.1	122.6	128.1	132.8	139.3	149.7	160.5	185.4	217.6	262.0	132
134	98.2	100.2	101.4	103.1	105.5	108.2	110.0	111.3	112.4	113.4	114.2	115.0	115.6	116.3	117.4	119.0	121.1	124.6	130.2	134.9	141.5	152.0	163.0	188.3	220.9	266.0	134
136	100.0	101.9	103.2	104.9	107.3	110.0	111.8	113.2	114.3	115.2	116.1	116.8	117.5	118.2	119.4	120.9	123.1	126.6	132.3	137.1	143.7	154.4	165.5	191.1	224.2	270.0	136
138	101.7	103.7	105.0	106.6	109.1	111.9	113.7	115.0	116.2	117.1	118.0	118.7	119.4	120.1	121.3	122.8	125.0	128.6	134.3	139.2	145.9	156.7	168.0	194.0	227.6	274.0	138
140	103.4	105.4	106.7	108.4	110.9	113.7	115.5	116.9	118.0	119.0	119.9	120.6	121.4	122.0	123.2	124.8	127.0	130.6	136.4	141.3	148.1	159.1	170.5	196.8	230.9	278.0	140
142	105.1	107.2	108.5	110.2	112.7	115.5	117.4	118.7	119.9	120.9	121.8	122.5	123.3	123.9	125.1	126.7	128.9	132.6	138.4	143.4	150.3	161.4	173.0	199.7	234.2	282.0	142
144	106.9	109.0	110.2	112.0	114.5	117.4	119.2	120.6	121.8	122.8	123.6	124.4	125.2	125.8	127.0	128.6	130.9	134.6	140.5	145.6	152.5	163.8	175.5	202.5	237.6	286.0	144
146	108.5	110.7	112.0	113.8	116.3	119.2	121.1	122.5	123.6	124.6	125.5	126.3	127.1	127.7	129.0	130.6	132.9	136.6	142.6	147.7	154.7	166.1	178.0	205.4	240.9	290.0	146
148	110.4	112.5	113.8	115.8	118.1	121.0	122.9	124.3	125.4	126.5	127.4	128.2	129.0	129.7	130.9	132.5	134.8	138.6	144.6	149.8	156.9	168.5	180.5	208.2	244.2	294.0	148
150	112.1	114.2	115.6	117.3	119.9	122.9	124.8	126.2	127.4	128.4	129.3	130.1	130.9	131.6	132.8	134.5	136.8	140.7	146.7	151.9	158.1	170.8	183.0	211.1	247.6	298.0	150
152	113.8	116.0	117.3	119.1	121.8	124.7	126.6	128.1	129.3	130.3	131.2	132.0	132.8	133.5	134.8	136.4	138.8	142.6	148.6	154.0	161.3	173.1	185.5	214.0	250.9	302.0	152
154	115.6	117.6	119.1	120.9	123.6	126.5	128.5	129.9	131.2	132.3	133.1	133.9	134.7	135.4	136.6	138.3	140.7	144.6	150.6	156.2	163.5	175.5	188.0	216.8	254.2	306.0	154
156	117.3	119.5	120.9	122.7	125.4	128.4	130.3	131.8	133.0	134.1	135.0	135.9	136.6	137.3	138.6	140.3	142.7	146.6	152.6	159.3	167.7	180.5	199.7	237.6	276.0	310.0	156
158	119.1	121.3	122.7	124.5	127.2	130.2	132.2	133.7	134.9	136.0	136.9	137.8	138.5	139.2	140.5	142.3	144.7	148.6	154.6	161.0	169.4	182.2	202.5	240.9	279.0	314.0	158
160	120.8	123.1	124.4	126.3	129.0	132.1	134.0	135.6	136.8	137.9	138.8	139.7	140.4	141.2	142.5	144.2	146.6	150.6	156.6	163.0	171.5	184.2	204.2	242.0	281.0	318.0	160
162	122.6	124.8	126.2	128.1	130.8	133.9	135.9	137.4	138.7	139.8	140.7	141.6	142.4	143.1	144.4	146.1	148.6	152.7	158.7	165.3	174.8	187.6	208.2	247.6	286.0	322.0	162
164	124.3	126.6	128.0	129.9	132.7	135.8	137.8	139.3	140.6	141.7	142.6	143.5	144.3	145.0	146.3	148.1	150.8	154.7	160.7	167.3	176.8	189.6	210.4	250.9	289.0	326.0	164
166	126.1	128.4	129.8	131.7	134.5	137.6	139.6	141.2	142.5	143.5	144.5	145.4	146.2	147.0	148.3	150.0	152.6	156.7	162.7	169.3	178.8	191.6	212.9	253.9	292.0	330.0	166
168	127.9	130.2	131.6	133.5	136.3	139.4	141.5	143.1	144.3	145.4	146.4	147.3	148.1	148.9	150.2	152.0	154.5	158.7	164.7	171.3	180.8	193.6	215.4	256.9	295.0	334.0	168
170	129.6	131.9	133.4	135.3	138.1	141.3	143.4	144.9	146.2	147.3	148.3	149.2	150.0	150.8	152.1	153.9	156.5	160.7	166.7	173.3	182.8	195.6	217.9	259.9	298.0	338.0	170
172	131.4	133.7	135.2	137.1	139.9	143.1	145.2	146.8	148.1	149.2	150.2	151.1	151.9	152.7	154.1	155.9	158.5	162.7	168.7	175.3	184.8	197.6	220.9	262.5	284.2	342.0	172
174	133.1	135.5	136.9	138.9	141.8	145.0	147.1	148.7	150.0	151.1	152.1	153.0	153.9	154.6	156.0	157.8	160.4	164.7	170.7	177.3	186.8	199.6	223.9	265.4	287.6	346.0	174
176	134.9	137.3	138.7	140.7	143.6	146.9	149.0	150.6	151.9	153.0	154.0	155.0	155.8	156.6	157.9	159.8	162.4	166.7	172.7	179.3	188.8	201.6	225.9	267.4	290.9	350.0	176
178	136.7	139.0	140.5	142.5	145.4	148.7	150.8	152.4	153.8	154.9	155.9	156.9	157.7	158.5	159.9	161.8	164.4	168.7	174.7	181.3	190.8	203.6	228.0	270.4	294.2	354.0	178
180	138.4	140.8	142.3	144.3	147.3	150.6	152.7	154.3	155.7	156.8	157.9	158.8	159.6	160.4	161.8	163.7	165.4	169.7	175.7	182.3	191.8	204.6	229.0	271.4	295.0	358.0	180
182	140.2	142.6	144.1	146.1	149.1	152.4	154.6	156.2	157.6	158.7	159.8	160.7	161.6	162.3	163.8	165.7	167.3	171.6	177.6	184.2	193.7	206.5	231.0	273.4	297.0	362.0	182
184	142.0	144.4	145.9	147.9	150.9	154.3	156.4	158.1	159.5	160.6	161.7	162.6	163.5	164.3	165.7	167.6	170.3	174.6	180.6	187.2	196.7	209.5	234.0	276.4	300.0	366.0	184
186	143.7	146.2	147.7	149.8	152.8	156.1	158.3	160.0	161.4	162.5	163.6	164.5	165.4	166.2	167.7	169.6	172.3	176.6	182.6	189.2</							

N	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	1.2%	1.5%	2.0%	3.0%	5.0%	7.0%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	N		
200	156.2	159.7	160.3	162.5	165.6	169.2	171.4	173.2	174.8	175.9	177.0	178.0	178.9	179.9	180.8	181.7	183.2	185.2	188.1	192.9	200.8	207.2	216.5	231.8	247.9	285.4	334.2	402.0	
202	159.0	160.5	162.1	164.3	167.3	171.0	173.3	175.1	176.5	177.8	178.9	179.9	180.8	181.8	182.8	183.8	185.2	187.2	190.1	194.9	202.7	209.4	218.7	234.1	250.4	288.2	337.5	406.0	
204	159.7	162.3	164.0	166.1	169.3	173.0	175.2	177.0	178.4	179.7	180.8	181.8	182.8	183.8	184.7	185.5	187.1	189.2	192.1	196.9	204.7	211.5	221.0	236.5	252.9	291.1	340.9	410.0	
206	161.5	164.1	165.8	167.9	171.1	174.8	177.1	178.9	180.4	181.6	182.7	183.8	184.7	185.7	186.6	187.5	189.1	191.1	194.1	198.9	206.8	213.6	223.2	238.8	255.3	293.9	344.2	414.0	
208	163.3	165.9	167.6	169.8	173.0	176.7	179.0	180.8	182.3	183.5	184.7	185.7	186.6	187.6	188.5	189.4	191.0	193.1	196.1	201.0	208.9	215.8	225.4	241.2	257.9	296.8	347.5	418.0	
210	165.1	167.7	169.4	171.6	174.8	178.5	180.8	182.7	184.2	185.4	186.6	187.6	188.5	189.4	190.3	191.9	194.0	196.1	199.1	204.0	211.9	221.5	237.2	254.0	293.0	342.0	422.0	418.0	
212	166.9	169.5	171.2	173.4	176.6	180.4	182.7	184.5	186.1	187.4	188.5	189.5	190.5	191.5	192.4	194.0	196.1	199.1	204.0	211.9	221.5	237.2	254.0	293.0	342.0	422.0	418.0	418.0	
214	168.7	171.3	173.0	175.2	178.5	182.2	184.5	186.3	187.9	189.2	190.3	191.3	192.3	193.4	194.4	195.2	196.9	199.0	202.0	207.0	214.9	224.5	240.2	257.0	296.0	345.0	430.0	418.0	
216	170.5	173.2	174.8	177.1	180.4	184.1	186.5	188.4	189.9	191.2	192.3	193.4	194.4	195.2	196.9	199.0	202.0	207.0	214.9	224.5	240.2	257.0	296.0	345.0	430.0	418.0	418.0	418.0	
218	172.3	175.0	176.6	178.9	182.2	186.0	188.4	190.2	191.8	193.1	194.3	195.3	196.3	197.2	198.2	199.1	200.0	201.0	202.0	203.0	204.0	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0
220	174.0	176.8	178.5	180.7	184.1	187.8	190.3	192.1	193.7	195.0	196.2	197.2	198.2	199.2	200.1	201.1	202.0	203.0	204.0	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0
222	175.8	178.6	180.3	182.6	186.0	189.7	192.2	194.0	195.6	196.9	198.1	199.2	200.2	201.1	202.1	203.0	204.0	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0	215.0	216.0
224	177.6	180.4	182.1	184.4	187.8	191.6	194.1	195.9	197.5	198.8	200.0	201.1	202.1	203.0	204.0	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0	215.0	216.0	217.0	218.0
226	179.4	182.2	183.9	186.2	189.6	193.5	195.9	197.8	199.4	200.7	202.0	203.0	204.0	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0	215.0	216.0	217.0	218.0	219.0	220.0
228	181.2	184.0	185.7	188.0	191.4	195.3	197.8	199.7	201.3	202.7	203.9	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0	215.0	216.0	217.0	218.0	219.0	220.0	221.0	222.0
230	183.0	185.8	187.6	189.9	193.3	197.2	199.7	201.6	203.2	204.6	205.8	207.0	208.0	209.0	210.0	211.0	212.0	213.0	214.0	215.0	216.0	217.0	218.0	219.0	220.0	221.0	222.0	223.0	224.0
232	184.8	187.6	189.4	191.7	195.1	199.0	201.5	203.5	205.1	206.5	207.7	208.8	209.8	210.8	211.8	212.7	213.7	214.7	215.7	216.7	217.7	218.7	219.7	220.7	221.7	222.7	223.7	224.7	225.0
234	186.6	189.4	191.2	193.5	196.9	200.8	203.3	205.3	207.0	208.4	209.7	210.8	211.8	212.7	213.7	214.7	215.7	216.7	217.7	218.7	219.7	220.7	221.7	222.7	223.7	224.7	225.7	226.7	227.0
236	188.4	191.3	193.0	195.3	198.7	202.6	205.1	207.1	208.8	210.2	211.5	212.7	213.7	214.7	215.7	216.7	217.7	218.7	219.7	220.7	221.7	222.7	223.7	224.7	225.7	226.7	227.7	228.7	229.0
238	190.2	193.1	194.9	197.2	200.6	204.5	207.0	209.0	210.7	212.1	213.4	214.6	215.7	216.7	217.7	218.7	219.7	220.7	221.7	222.7	223.7	224.7	225.7	226.7	227.7	228.7	229.7	230.7	231.0
240	192.0	194.9	196.7	199.0	202.4	206.3	208.8	210.7	212.3	213.7	215.0	216.2	217.3	218.3	219.3	220.3	221.3	222.3	223.3	224.3	225.3	226.3	227.3	228.3	229.3	230.3	231.3	232.3	233.0
242	193.8	196.7	198.5	200.8	204.2	208.1	210.6	212.5	214.1	215.5	216.8	218.0	219.1	220.1	221.1	222.1	223.1	224.1	225.1	226.1	227.1	228.1	229.1	230.1	231.1	232.1	233.1	234.1	235.0
244	195.6	198.5	200.3	202.6	206.0	210.0	212.5	214.4	215.9	217.2	218.4	219.5	220.5	221.5	222.5	223.5	224.5	225.5	226.5	227.5	228.5	229.5	230.5	231.5	232.5	233.5	234.5	235.5	236.0
246	197.4	200.3	202.1	204.4	207.8	211.8	214.3	216.2	217.7	219.0	220.2	221.3	222.3	223.3	224.3	225.3	226.3	227.3	228.3	229.3	230.3	231.3	232.3	233.3	234.3	235.3	236.3	237.3	238.0
248	199.2	202.1	203.9	206.2	210.0	214.0	216.5	218.4	219.9	221.2	222.4	223.4	224.4	225.4	226.4	227.4	228.4	229.4	230.4	231.4	232.4	233.4	234.4	235.4	236.4	237.4	238.4	239.4	240.0
250	201.0	203.9	205.7	208.0	211.8	215.8	218.3	220.2	221.7	223.0	224.2	225.2	226.2	227.2	228.2	229.2	230.2	231.2	232.2	233.2	234.2	235.2	236.2	237.2	238.2	239.2	240.2	241.2	242.0
252	202.8	205.7	207.5	209.8	213.6	217.6	220.1	222.0	223.5	224.8	226.0	227.0	228.0	229.0	230.0	231.0	232.0	233.0	234.0	235.0	236.0	237.0	238.0	239.0	240.0	241.0	242.0	243.0	244.0
254	204.6	207.5	209.3	211.6	215.4	219.4	221.9	223.8	225.3	226.6	227.8	228.8	229.8	230.8	231.8	232.8	233.8	234.8	235.8	236.8	237.8	238.8	239.8	240.8	241.8	242.8	243.8	244.8	245.0
256	206.4	209.3	211.1	213.4	217.2	221.2	223.7	225.6	227.1	228.4	229.6	230.6	231.6	232.6	233.6	234.6	235.6	236.6	237.6	238.6	239.6	240.6	241.6	242.6	243.6	244.6	245.6	246.6	247.0
258	208.2	211.1	212.9	215.2	219.0	223.0	225.5	227.4	228.9	230.2	231.4	232.4	233.4	234.4	235.4	236.4	237.4	238.4	239.4	240.4	241.4	242.4	243.4	244.4	245.4	246.4	247.4	248.4	249.0
260	210.0	212.9	214.7	217.0	220.8	224.8	227.3	229.2	230.7	232.0	233.2	234.2	235.2	236.2	237.2	238.2	239.2	240.2	241.2	242.2	243.2	244.2	245.2	246.2	247.2	248.2	249.2	250.2	251.0
262	211.8	214.7	216.5	218.8	222.6	226.6	229.1	231.0	232.5	233.8	235.0	236.0	237.0	238.0	239.0	240.0	241.0	242.0	243.0	244.0	245.0	246.0	247.0	248.0	249.0	250.0	251.0	252.0	253.0
264	213.6	216.5	218.3	220.6	224.4	228.4	230.9	232.8	234.3	235.6	236.8	237.8	238.8	239.8	240.8	241.8	242.8	243.8	244.8	245.8	246.8	247.8	248.8	249.8	250.8	251.8	252.8	253.8	254.0
266	215.4	218.3	220.1	222.4	226.2	230.2	232.7	234.6	236.1	237.4	238.6	239.6	240.6	241.6	242.6	243.6	244.6	245.6	246.6	247.6	248.6	249.6	250.6	251.6	252.6	253.6	254.6	255.0	256.0
268	217.2	220.1	221.9	224.2	228.0	232.0	234.5	236.4	237.9	239.2	240.4	241.4	242.4	243.4	244.4	245.4	246.4	247.4	248.4	249.4	250.4	251.4	252.4	253.4	254.4	255.4	256.4	257.0	258.0
270	219.0	221.9	223.7	226.0	230.0	234.0	236.5	238.4	240.0	241.3	242.5	243.5	244.5	245.5	246.5	247.5	248.5	249.5	250.5	251.5	252.5	253.5	254.5	255.5	256.5	257.5	258.5	259.0	260.0
272	220.8	223.7	225.5	227.8	231.8	235.8	238.3	240.2	241.7	243.0	244.2	245.2	246.2	247.2	248.2	249.2	250.2	251.2	252.2	253.2	254.2	255.2	256.2	257.2	258.2	259.2	260.2	261.0	262.0
274	222.6	225.5	227.3	229.6	233.6	237.6	240.1	242.0	243.5	244.8	246.0	247.0	248.0	249.0	250.0	251.0	252.0	253.0	254.0	255.0	256.0	257.0	258.0	259.0	260.0	261.0	262.0	263.0	264.0
276	224.4	227.3	229.1	231.4	235.4	239.4	241.9	243.8	245.3	246.6	247.8	248.8	249.8	250.8	251.8	252.8	253.8	254.8	255.8	256.8	257.8	258.8	259.8	260.8	261.8	262.8	263.8	264.8	265.0
278	226.2	229.1	230.9	233.2	237.2	241.2	243.7	245.6	247.1	248.4	249.6	250.6	251.6	252.6	253.6	254.6	255.6	256.6	257.6	258.6	259.6	260.6	261.6	262.6	263.6	264.6	265.6	266.0	267.0
280	228.0	230.9	232.7	235.0	239.0																								