

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MONITORAMENTO DE NÍVEL DE SERVIÇO EM UNIDADE
DE VENDAS E MARKETING DE UM CURSO DE
INFORMÁTICA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES
UTILIZANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

Thiago Alessandro Farias de Medeiros

Orientador: Profº Luciano Lins

RECIFE, SETEMBRO / 2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MONITORAMENTO DE NÍVEL DE SERVIÇO EM UNIDADE
DE VENDAS E MARKETING DE UM CURSO DE
INFORMÁTICA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES
UTILIZANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
POR**

Thiago Alessandro Farias de Medeiros

Orientador: Profº Luciano Lins

RECIFE, SETEMBRO / 2008

M488m Medeiros, Thiago Alessandro Farias de.
Monitoramento de nível de serviço em unidade de vendas e marketing de um curso de informática de Jaboatão dos Guararapes utilizando controle estatístico de processo / Thiago Alessandro Farias de Medeiros. - Recife: O Autor, 2008.
vi, 73 folhas, il : gráfs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Curso de Engenharia da Produção, 2008

Inclui bibliografia e apêndice.

1. Engenharia de Produção. 2. Controle Estatístico do Processo 3. Gráficos de Controle 4. Vendas. I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2008-186

RESUMO

O presente trabalho trata de um tema que ganha cada vez mais espaço nos sistemas de gestão, especialmente aqueles voltados à qualidade: o Controle Estatístico do Processo (CEP). O objetivo desse trabalho foi aplicar algumas das ferramentas do CEP para o monitoramento de determinado processo de uma empresa. Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre alguns tópicos considerados importantes sobre o CEP e seus principais conceitos. Após isso, foi apresentada a empresa e o setor dentro desta onde foram desenvolvidos os estudos, no caso em parte do setor de marketing e vendas de uma. Todos os dados considerados relevantes sobre visitas e vendas da empresa foram apresentados. De posse desses, foi feito o tratamento necessário para posterior análise e aplicação de algumas das ferramentas do CEP, considerando sempre algumas premissas citadas também. A análise das visitas foi feita basicamente através de gráficos comuns e a consideração de informações creditadas como relevantes. Já a aplicação na parte de vendas foi feita através de gráficos de controle. Além disso, formas e critérios de atuação foram propostos. Após realizadas as considerações finais sobre os resultados, propostas para um controle mais efetivo dos sistemas foram feitas.

Palavras-chaves: Controle Estatístico do Processo, Gráficos de Controle, Vendas

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 – Média de um processo</i>	14
<i>Figura 2.2 – Padrão de distribuição da variação</i>	16
<i>Figura 2.3 – As seis causas de variação dos processos</i>	16
<i>Figura 2.4 – Limites de controle Fonte: O autor</i>	18
<i>Figura 2.5 – Os limites de especificação x Gráficos de controle</i>	19
<i>Figura 2.6 – Gráfico $\bar{X}$ para controle de variáveis</i>	21
<i>Figura 2.7 – Gráfico da amplitude R para controle de variáveis</i>	22
<i>Figura 2.8 – Gráfico p de controle de frações não-conformes de atributos</i>	24
<i>Figura 2.9 – Gráfico p com tamanho variável da amostra</i>	25
<i>Figura 2.10 – Gráfico padronizado Z para controle de atributos</i>	26
<i>Figura 2.11 – Gráfico np do número de não-conformes para atributos</i>	27
<i>Figura 3.1 – Gráfico das médias diárias de visitas nas semanas do mês de abril/08</i>	38
<i>Figura 3.2 – Gráfico das médias diárias de visitas nas semanas do mês de maio/08</i>	38
<i>Figura 3.3 – Média diária de cada mês</i>	42
<i>Figura 3.4 – Média diária dos meses de 2007</i>	43
<i>Figura 3.5 – Média diária dos meses de 2008</i>	43
<i>Figura 3.6 – Gráfico de Ishikawa de fatores de influência sobre visitas</i>	44
<i>Figura 3.7 – Média diária dos meses do 1º período</i>	45
<i>Figura 3.8 – Média diária dos meses do 2º período</i>	45
<i>Figura 3.9 – Média diária dos meses do 3º período</i>	46
<i>Figura 3.10 – Relação $I \times \sigma$</i>	47
<i>Figura 3.11 – Eficiência de vendas 07/08</i>	49
<i>Figura 3.12 – Gráfico Z para período 07/08 (2)</i>	50
<i>Figura 3.13 – Eficiência de vendas em 2007</i>	51
<i>Figura 3.14 – Gráfico Z para período de 2007 (2)</i>	51
<i>Figura 3.15 – Eficiência de vendas em 2008</i>	52
<i>Figura 3.16 – Gráfico Z para período de 2008 (1)</i>	52
<i>Figura 3.17 – Eficiência de vendas no 2º trimestre de 2008</i>	53
<i>Figura 3.18 – Gráfico Z para 2º trimestre de 2008</i>	54

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1– Quantitativo de visitas</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 3.2 – Quantitativo de vendas</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 3.3 – Visitas semanais em abril e maio de 2008</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 3.4 – Média diária de visitas para cada mês</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 3.5 – Quantitativo semanal das vendas</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 3.6 – Média diária de visitas em abril e maio de 2008</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 3.7 – “Contribuição” das semanas de abril e maio de 2008.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 3.8 – Média das “contribuições” dos meses de abril e maio de 2008.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 3.9 – Estimativo das médias diárias de cada semana dos meses apresentados.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 3.10 – Estimativo de visitas em cada semana dos meses apresentados.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 3.11 – Ação da supervisão sobre a variação do processo</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 3.12 – Rendimentos semanais da equipe vendas.....</i>	<i>49</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Problemática.....	1
1.2	Justificativa.....	2
1.3	Objetivos	2
1.3.1	Objetivos gerais	2
1.3.2	Objetivos específicos	2
1.4	Metodologia.....	3
2	O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO.....	4
2.1	Histórico	4
2.2	Qualidade.....	7
2.3	Controle de qualidade e CEQ.....	8
2.4	Principais conceitos	9
2.5	Gráficos de Controle	11
2.5.1	Características de Qualidade.....	12
2.5.2	O Valor-alvo e a média	13
2.5.3	Variabilidade.....	15
2.5.4	Limites de controle	17
2.6	Gráfico de Controle por variáveis	19
2.7	Gráfico de Controle por atributos.....	22
2.7.1	Gráfico de controle da fração não-conforme	23
2.7.2	Gráfico de controle de número de não-conformes.....	26
3	ESTUDO DE CASO	28
3.1	A empresa.....	28
3.1.1	A estrutura.....	28
3.1.2	O setor - divulgação e vendas	29
3.2	Desafios	30
3.3	Apresentação dos dados	31
3.4	Premissas	34
3.5	Tratamento dos dados.....	35
3.5.1	Para controle da atratividade.....	35
3.5.2	Para controle de vendas	36
3.6	Aplicação.....	41
3.6.1	Metodologia	41
3.6.2	Controle da atratividade	42
3.6.3	Controle da eficiência de vendas	48
4	CONCLUSÃO	57
4.1	Propostas futuras	57
4.2	Considerações finais.....	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	APÊNDICE A	61
	APÊNDICE B.....	62
	APÊNDICE C.....	63
	APÊNDICE D	64
	APÊNDICE E.....	67
	APÊNDICE F	70

APÊNDICE G	72
ANEXO 1	73

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

No cenário atual de pesadas concorrências, os custos desnecessários devem ser cortados tanto quanto possível. A necessidade de cortá-los é ainda mais crítica nas pequenas empresas, onde a concorrência é ainda mais cruel com ações esmagadoras de grandes organizações.

Sabe-se da importância que é para uma empresa a previsibilidade de demanda, contribuindo, dessa forma, para o correto planejamento de suas atividades, investimentos, estruturação, entre outros. Portanto, o desenvolvimento de uma sistemática para o monitoramento sobre a demanda e, além disso, a compreensão dos fatores que influenciam-a, se torna de grande importância para o planejamento.

A falta de um planejamento correto para demandas – sejam elas crescentes, decrescentes ou estáveis – conseqüentemente acarretará em custos que podem vir a ser muito altos, comprometendo assim de forma séria a competitividade.

Além disso, outro fator que se torna indispensável é o conhecimento de seu processo. Quando fala-se em vendas, o conhecimento do processo é ainda mais indispensável, afinal de contas essa é a atividade que representa o elo entre produção e consumidor. E isso implica em conhecer sobre seu desempenho e sua eficiência média, seu estado atual assim como analisar tendências a fim de predizer estados futuros. Dessa forma, o uso de ferramentas que contribuam para conhecer seu processo e saber o que pode esperar dele é, também, essencial. Com esses conhecimentos consegue-se processo e resultados médios esperados. Sabe-se, até certo ponto, que “se entrar x sai y ”.

Segundo Paladini (2004, p.199), “qualquer empresa, independente de seu porte, tem objetivos de sobrevivência e crescimento. E há um senso comum de que, para sobreviver, a empresa precisa garantir que seus produtos e serviços sejam comprados”. Portanto, os resultados do setor de vendas influem diretamente no ponto de sobrevivência de qualquer que seja a empresa, independente de seu tamanho, que é o faturamento.

1.2 Justificativa

É bem clara a importância dentro de qualquer sistema produtivo de conhecer e compreender todos os processos envolvidos neste. Isso é fundamental por uma infinidade de motivos. Dentre eles pode-se destacar a capacidade de resposta com eficácia e eficiência sobre variações ocorridas no nível do processo e, o mais importante, saber quando realmente são necessárias essas intervenções.

O processo escolhido, principalmente pela sua grande importância dentro de qualquer atividade que tenha fins lucrativos, é o realizado pelo pessoal de vendas e marketing. Suas atuações se dão diretamente com o consumidor, e o resultado de seus desempenhos vão afetar diretamente no faturamento da empresa.

Com vista nisso tudo, pode-se notar a importância de se desenvolver ferramentas que possam monitorar esses processos e, assim, tornar possível a identificação do “quando” atuar.

O estudo investigará o processo e dessa forma procurará aplicar as ferramentas estatísticas adequadas com o objetivo de identificar essas variações que fogem do comportamento normal. Com isso se obterá um instrumento poderoso de apoio para a melhoria da qualidade nos processos dentro do setor de vendas e marketing.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos gerais

- ➔ Detectar possíveis quedas de rendimento do setor de vendas.
- ➔ Identificar possíveis quedas de atratividade do negócio.

1.3.2 Objetivos específicos

- Através de revisão bibliográfica, apresentar os conceitos e princípios básicos do CEQ e CEP.

- Apresentar algumas características da empresa, focando sempre o setor objeto de nosso estudo.
- Apresentar algumas considerações e premissas que serão usadas na construção do modelo de controle estatístico do processo.
- Apresentar os dados sobre o setor, obtidos junto à empresa, necessários para a construção do modelo.
- Construir gráficos de controle para o acompanhamento do processo de vendas.
- Construir gráficos para monitoramento do processo de chegada de potenciais clientes.
- Determinar procedimentos de operacionalização da sistemática desenvolvida para o controle do processo em estudo.

1.4 Metodologia

Como proposta para a problemática exposta no presente trabalho, propõe-se a aplicação de técnicas estatísticas para o controle das variáveis a serem analisadas.

Oliveira (2000) fala sobre as vantagens do uso do Controle Estatístico em diversos setores, inclusive no de Marketing e Vendas. A principal motivação, aponta ele, é a oportunidade de monitoramento do mercado. Além disso, o conhecimento da competitividade do produto e das oportunidades de mercado são os principais objetivos no uso das técnicas.

As variáveis analisadas estão relacionadas ao número de chegadas de potenciais clientes ao setor responsável pelas vendas e a proporção de sucesso nas vendas deste setor em relação ao número de visitas.

De posse desses dados, usaram-se algumas das ferramentas do Controle Estatístico do Processo tendo como base alguns dos conceitos de Qualidade e Controle Estatístico da Qualidade. Essas aplicações geraram modelos para folhas de controle e gráficos de controle e, dessa forma, permitindo o acompanhamento e visualização do estado do processo. Possibilitando, ainda, interpretações sobre tendências e situações onde é necessária a intervenção ou investigação sobre o processo.

2 O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

2.1 Histórico

A idéia de qualidade existe desde o surgimento das primeiras atividades de manufatura, quando artesãos usavam de sua experiência e de seu conhecimento do processo para produzir artigos “superiores”. Porém, a solidificação dos conceitos, a sua valorização e o desenvolvimento de métodos de controle vêm surgindo ao longo dos tempos. (SIQUEIRA, 1997)

Esse processo teve seu primeiro avanço significativo com o surgimento de diversos conceitos da nova indústria. Em primeiro plano há os trabalhos científicos na área de organização e divisão do trabalho propostos por Frederic W. Taylor. Estes foram desenvolvidos, a princípio, para aumentar a produtividade dos trabalhadores. Porém, a idéia de treinar trabalhadores especializados para um conjunto específico de tarefas e o desenvolvimento de métodos padronizados para estas, veio contribuir em muito para a redução da variabilidade de saída e melhoria da qualidade da produção. Contudo, esse modelo trazia conceitos como o de padrões do trabalho (que definia o tempo de realização da tarefa ou quantidade de peças a serem produzidas), posteriormente sendo estendido para o conceito de planejamento e ação do trabalho por Frank Gilbreth e outros, que acabou tirando demais a qualidade do foco e, de certa forma, atrapalhavam a aplicação da melhoria contínua no processo, conceito dos mais importantes que conhecemos hoje na Qualidade. (MONTGOMERY, 2004).

Nesse ponto a indústria teve a preocupação de produzir peças intercambiáveis para tornar possível a exploração de seu principal ponto forte que era a produção em linha e em massa. Mas para garantir que as peças que saíam da indústria estivessem realmente dentro de tais especificações, foi preciso o uso das chamadas inspeções, que se figurou como um dos primeiros métodos de controle da qualidade empregado na indústria. Importante lembrar que, naquele momento, a inspeção era 100%, ou seja, era realizada em todos os itens que deixavam a linha. (SIQUEIRA, 1997)

Apesar de se tratar de um método de controle da qualidade, a inspeção, como era realizada, não garantia a qualidade da produção, apenas garantia a qualidade dos produtos que chegavam aos compradores. Qualidade de produção baixa significa altos custos operacionais.

Foi pensando na qualidade da produção que, em 1924, Walter A. Shewhart, da Bell Telephone Laboratories, desenvolveu o conceito estatístico dos *gráficos de controle*. O objetivo era controlar a variabilidade durante a produção, e não mais só no seu fim, com os produtos já acabados. Esse é considerado como o marco do início do *Controle Estatístico de Qualidade*. (SIQUEIRA, 1997)

Alguns anos depois, no fim da década de 20, dois outros funcionários da mesma empresa onde Shewhart trabalhava, Harold F. Dodge e Harry G. Romig, com base em conceitos de probabilidade e estatística desenvolveram os métodos de inspeção por *amostragem*. A idéia era substituir a inspeção 100%, que demandavam muito tempo e dinheiro, especialmente no quadro de expansão produtiva que se encontrava a indústria naquele tempo. Esse novo tipo de inspeção tornou mais fácil, ainda, a monitoração durante o processo. (MONTGOMERY, 2004)

Durante a década de 30 os métodos estatísticos do controle da qualidade foram largamente usados na divisão de manufatura da Bell, porém não havia ainda seu reconhecimento no setor industrial. Mas esse quadro começou a mudar a partir de 1942 quando, durante a Segunda Guerra Mundial, os métodos do CEQ foram considerados segredo de Estado pelos EUA. (SIQUEIRA, 1997)

Esse fato veio contribuir bastante na aceitação dos conceitos do controle estatístico e melhoria da qualidade por parte do setor industrial de manufatura.

Em 1946 foi fundada a American Society for Quality Control (ASQC). Em seus eventos e publicações diversos, a ASQC promoveu o uso das técnicas do CEQ para todos os tipos de produção de produtos e serviços. (MONTGOMERY, 2004)

Nas décadas de 50 e 60 viu-se a expansão da engenharia de confiabilidade, o lançamento de diversos livros-texto na área de controle da qualidade e o início de um processo de valorização da qualidade como uma estratégia de gerenciamento. (MONTGOMERY, 2004)

Paralelo a isso, a história da Qualidade no Japão se inicia. Em 1950 W. Edwards Deming iniciou um trabalho no qual introduzia aos engenheiros das empresas japonesas os métodos estatísticos de controle. Além disso, posteriormente, em 1954, aprofundado por M. Juran, foi enfatizada aos gerentes a importância da obtenção da qualidade como caminho para um sistema produtivo muito mais eficiente. Os conceitos foram mais difundidos ainda graças aos Círculos de Controle de Qualidade, proposto por K. Ishikawa em 1960, onde trabalhadores de todos os níveis aprendiam e trocavam experiências e conhecimentos sobre as técnicas de controle de qualidade dentro das fábricas. (SIQUEIRA, 1997)

Como se tem conhecimento, os japoneses fizeram uso desses aprendizados de forma diferenciada, conseguindo estabelecer padrões de Qualidade superiores ao resto do mundo, inclusive aos EUA. Prova disso foram as constantes visitas, a partir do fim da década de 70, de gerentes americanos buscando compreender e aprender sobre o sistema produtivo japonês e suas virtudes, com o destaque especial da qualidade de seu processo. (SIQUEIRA, 1997)

Voltando aos anos 50 e aos Estados Unidos; esse período houve, pela primeira vez, a introdução dos *planejamentos de experimentos* para produtos e processos. Porém, seu uso ficou muito restrito à indústria química que, segundo especialistas, ganhou grande vantagem competitiva sobre o resto do mundo em seu setor graças ao uso dessa ferramenta. (MONTGOMERY, 2004)

A expansão dos métodos de planejamentos de experimentos para outros setores foi bastante lenta até início da década de 80 quando, a partir daí, as empresas ocidentais descobriram que no Japão, desde a década de 60, as companhias faziam o uso desses planejamentos para, entre outros, avaliação e desenvolvimento de produtos, processos, projetos, além da melhoria da confiabilidade de seus produtos. Observou-se, então, a disseminação entre as indústrias de diversos setores, houve também a disseminação dos conceitos entre organizações de engenharia e de desenvolvimento, além da sua introdução nos currículos acadêmicos. (MONTGOMERY, 2004)

Graças a esse grande movimento, no qual o uso dos métodos estatísticos para melhoria da qualidade foi absorvido pelos mais diversos setores, houve o ressurgimento da indústria americana que amargara volumosas perdas durante a década de 70 e início de 80. Essa

ascensão foi atribuída também ao surgimento das estruturas gerenciais voltadas à melhoria da qualidade. (HINES *et al*, 2006)

2.2 Qualidade

Impossível falar sobre o Controle Estatístico de Processo sem antes falar sobre Qualidade.

A ligação entre o TQM (*Total Quality Management*) e a Qualidade e Controle no processo são bem evidenciadas em algumas passagens de Paladini (2004). Ele cita que de todas as atividades dentro de uma empresa que foram influenciadas pela adoção de políticas de Qualidade Total, a Qualidade no processo foi a que mais sofreu impacto. Fala também que a maioria das estratégias desenvolvidas para a Qualidade priorizam o processo produtivo, visto que partem do pressuposto de que a qualidade deve ser gerada a partir das operações do processo produtivo.

Existem diversas definições de qualidade, porém, pela abordagem que será desenvolvida nesse trabalho, a definição mais adequada é feita por Crosby (1995) quando ele diz que “qualidade é atender às especificações”.

Aqui, entende-se por especificações aquilo que foi planejado pelo projetista para o que deve ser o produto, sejam características físicas ou químicas, no caso de bens, ou sejam resultados percebidos, no caso de serviços. Todo o processo é então definido de forma que atenda às especificações. Por exemplo, uma indústria que realiza o empacotamento de grãos de feijão em pacotes de 1Kg, tem como objetivo final do processo atender à especificação de que cada pacote deve conter 1Kg de feijão, não a mais (evitando perdas) e não a menos (evitando multas), todos eles. Porém sabe-se que é virtualmente impossível cumprir essa medida em todos os pacotes produzidos. Esse grau de variabilidade definirá o nível de atendimento às especificações, ou seja, o nível de qualidade de conformação.

A influência da variabilidade sobre os níveis de qualidade é bem direta. Montgomery (2004, p.3) enfatiza bem isso quando fala que “qualidade é inversamente proporcional à variabilidade”.

Dessa forma, observa-se uma ligação bem forte e clara entre a variabilidade de um processo e a qualidade deste e, conseqüentemente, do produto.

2.3 Controle de qualidade e CEQ

“Controle de qualidade tem em vista estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade da produção, em níveis econômicos, para satisfazer aos desejos dos consumidores” (LOURENÇO FILHO, 1964, p.13).

Ainda segundo Lourenço Filho, o controle de qualidade divide seus esforços de atuação em quatro estágios da formação de um produto:

- No estudo do projeto do produto;
- Na verificação da matéria-prima que será empregada na produção;
- *No controle do processo de produção*; e
- Na fase do produto acabado.

Importante notar que, se não forem realizadas essas atividades em conjunto, pouco adiantará: continuarão saindo produtos defeituosos ou então o controle se tornará inviável pelos altos custos que irão ocasionar devido a sobrecarga de certas atividades e/ou perdas excessivas durante e ao final do processo. Esse quadro é ainda mais crítico quando se fala dos três primeiros estágios.

Se, por exemplo, temos um projeto mal feito, pouco adiantará verificar a matéria-prima ou o processo, e muito menos o produto final; haverá constantes intervenções no processo e ainda uma enorme quantidade de rejeitos de produto final.

Há ainda a situação de um processo mal controlado: por melhor que seja o projeto do produto e a matéria-prima empregada neste, se não houver uma monitoração adequada do processo, qualquer pequena alteração ou mesmo defeito de equipamentos, por exemplo – que são bastante comuns, irá causar um nível de perda muito alto, podendo até perder toda uma produção.

Essas alterações durante o processo causam as variabilidades no processo e nas características do produto. Para compreender esse fenômeno, que faz parte de qualquer que

seja o processo, é necessário o uso de modelos de probabilidade e estatística. É nesse ponto que surge o Controle Estatístico de Qualidade.

“Controle Estatístico de Qualidade pode ser definido como o que consiste nos métodos estatísticos e de engenharia úteis na medição, monitoramento, controle e melhoria da qualidade.” (HINES *et al*, 2006, p.455)

Segundo Oliveira (2000), as principais técnicas estatísticas do CEQ são: a inspeção por amostragem, o Controle Estatístico de Processo e o Planejamento e Análise de Experimentos (PAP); técnicas essas que abrangem os quatro estágios de formação de um produto nos quais o controle de qualidade deve atuar, como definido por Lourenço Filho e citado acima.

A inspeção por amostragem foi uma ferramenta desenvolvida por Harold F. Dodge e Harry G. Romig, que veio como alternativa para a inspeção 100%. Consiste na extração de amostras de um lote de determinado bem – seja matéria-prima ou produto acabado – e, através de uma análise estatística, saber, com um grau tal de confiança, o percentil de produtos defeituosos dentro deste lote.

O PAP se trata, basicamente, de uma técnica na qual, fatores de entrada de um processo são, de forma sistemática, controlados a fim de que se conheçam os impactos de variações destes fatores sobre os produtos de saída.

O Controle Estatístico do Processo, que é a principal técnica para análise e estudo aqui, será definido no próximo item.

2.4 Principais conceitos

Das principais definições encontradas do que se trata o Controle Estatístico de Processo, pode-se destacar:

“CEP é o ramo do Controle da Qualidade que consiste na coleta, análise e interpretação de dados para utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços.” (SIQUEIRA, 1997, p.3).

Porém ainda acrescenta-se, complementando, a seguinte definição:

“Controle de fabricação ou controle do processo é exercido pelo produtor durante o processo produtivo, com o objetivo de manter a qualidade do futuro produto dentro dos limites de uniformidade indicados na especificação de fabricação.” (LOURENÇO FILHO, 1964, p.35).

Com isso tem-se no CEP, um conjunto de técnicas que visa monitorar e analisar os dados durante o decorrer do processo. Seu papel vai muito além de uma simples ferramenta dentro de uma política voltada a qualidade; como destacado por Costa *et al* (2005) a importância do controle permanente dos processos como “condição básica para a manutenção da qualidade de bens e serviços”, nomeando o CEP, dessa forma, como um requisito básico para qualquer gestão voltada à qualidade.

A definição de Lourenço Filho de que o controle tem de ser durante o processo não restringe tanto quanto se possa imaginar. Pode-se ter inúmeras formas de ver um conjunto de operações e estados, definindo assim diversos processos (muitas vezes um contido no outro ou havendo até intersecções). Portanto, quando fala-se em “durante o processo”, ainda assim existe uma liberdade muito grande para definir que campo será monitorado. Como exemplo, pode-se falar de uma empresa que realiza as vendas de uma fábrica de móveis planejados. Essa empresa conta com um grupo de arquitetos/consultores. O cliente chega à loja e solicita um projeto para sua residência. O arquiteto/consultor fará o projeto, porém isso não implica que o cliente irá consumir o produto principal da loja que são os móveis. Consumiram um serviço de uma área de intermediação. Agora, pode-se querer monitorar o processo realizado pelos arquitetos/consultores; mas não na visão micro onde se vê apenas a qualidade do processo (entenda-se como subprocesso) de realização e entrega desse projeto, que nem se trata da principal atividade da empresa. Quer sim, saber do impacto da qualidade do subprocesso no sucesso de venda de móveis. Dessa forma consegue-se monitorar a qualidade do subprocesso de desenvolvimento de projetos no que diz respeito aos resultados da empresa em sua principal atividade, que é a venda de móveis. É lógico que tudo isso depende do que exatamente se deseja saber sobre o produto ou serviço.

O principal elemento que se deve definir, antes de qualquer coisa, é a chamada característica de qualidade. A característica de qualidade se trata certo elemento do produto

ou serviço no qual há o interesse de se controlar. Por exemplo, no caso de uma fábrica que produz tijolos: há o interesse de se monitorar as dimensões da peça; mas não só isso, há também o de atestar sua resistência a compressão. Trata-se de duas características de qualidade diferentes num mesmo produto. Deve haver um controle para cada uma dessas características e se qualquer uma dessas características de qualidade do tijolo não estiver dentro das especificações, este será considerado não-conforme e, conseqüentemente, falho. Não foi citado a palavra defeituoso, pois, como defini Montgomery (2004, p.5), “Um produto não-conforme é considerado defeituoso se tem um ou mais defeitos que são não-conformidades sérias o bastante para afetar significativamente o uso seguro e efetivo do produto”.

Então, definido o processo e que informações deseja-se obter, a próxima fase é identificar os elementos e dados principais que se deve investigar a fim de implementar efetivamente o CEP.

2.5 Gráficos de Controle

Os gráficos de controle, que foram idealizados e desenvolvidos por Walter A. Shewhart em 1924, vieram com o intuito de conseguir modelar estatisticamente o comportamento da variabilidade dos processos e se trata de um procedimento *on-line* de controle de processo. É também adotada como a mais importante das ferramentas do CEP, segundo Hines *et al* (2006). De forma bem sintética, estes mesmos autores, descrevem os gráficos de controle como uma linha central, representando a qualidade média, onde processo deve manter-se quando este em *controle estatístico*, e dois limites de controle, um superior e outro inferior.

De forma bem resumida, os principais elementos para construção dos gráficos de controle:

- Característica de qualidade X: é a característica de qualidade das saídas que serão controladas. Cada saída trará uma medida/característica diferente e seus valores, de acordo com os critérios de controle, serão registrados, possibilitando dessa forma o controle do processo.

- Valor-alvo: se trata da qualidade média citada na descrição. Essa linha é a que se assume como padrão do processo. É o valor no qual se tem como médio e como esperado caso o processo não sofra interferências de qualquer natureza.
- Variabilidade: tem como parâmetros de medida a média do processo e a variância ou desvio-padrão, estes últimos que medem o grau de dispersão das medidas/qualidades do objeto de controle em torno do valor-alvo ao longo do processo.
- Limites de controle: são valores definidos acima e/ou abaixo do valor-alvo que servem para definir um teto e/ou um piso do que se assume, com base na variabilidade, como variação normal do processo em torno do valor médio.

Esses elementos serão discutidos mais detalhadamente e definidos nos próximos itens. Vale destacar que algumas de suas características se diferem dependendo do tipo de controle que se realiza. Mas esses fatores serão discutidos também.

Existem, essencialmente, duas dimensões do processo que são monitoradas pelos gráficos de controle:

- **Média $\bar{X}$** : onde é monitorada a média da variável de saída X ao longo do processo, fazendo o uso de médias amostrais.
- **Amplitude R** : onde é monitorado o grau da variação entre as saídas, fazendo o uso das variações amostrais.

Uma explicação mais detalhada sobre o uso desses controles e, além disso, como são construídos, será dada em itens posteriores.

2.5.1 Características de Qualidade

As características de qualidade consistem nas propriedades, medidas e/ou estado que um determinado produto tenha, seja esse bem ou serviço.

A importância da definição deste para o controle de processo é evidente, pois que sem ele não há o que controlar. É preciso saber a(s) característica(s) de interesse para o controle e

definir um método para a mensuração dessa característica. Dando dois exemplos, em casos que se deseja controlar a qualidade:

(1) Das vendas numa corretora de seguros. Pode-se querer controlar sobre a cordialidade e simpatia dos vendedores; então procura mensurar essa característica através de informações em pesquisas de satisfação dos clientes atendidos. Pode-se também querer saber como anda o poder de persuasão da atual equipe de vendedores; uma saída para mensurar pode ser procurar essa informação através do histórico de vendas da equipe.

(2) Da produção de água sanitária perfumada. Pode-se querer controlar a concentração de cloro na água, como também a concentração do aromatizante do produto; ambos podem ser feitos através de uma análise química com um resultado bem direto de concentração.

Montgomery (2004) classifica os dados sobre características de qualidade como atributos ou como variáveis.

No exemplo (1) observa-se atributos de qualidade nas vendas da corretora, isso porque cordialidade e poder de persuasão não são características naturalmente quantificáveis ou mensuráveis.

Já no exemplo (2) apresenta-se características variáveis de qualidade. Isso se torna bastante evidente já que o que se procura é exatamente a concentração de componentes químicos no produto. São características que são naturalmente expressas em medidas.

Veremos mais adiante as diferentes implicações desses dois tipos de características de qualidade na modelagem dos gráficos para controle.

2.5.2 O Valor-alvo e a média

“Um valor de uma medida que corresponde ao valor desejado para aquela característica de qualidade chama-se **valor nominal** ou **valor-alvo**”. (MONTGOMERY, 2004, p.4). A principal função desse elemento é definir o objetivo da saída do processo, indicando o valor de referência com o aquele deve trabalhar.

Em gráficos de controle, o objetivo, geralmente, é manter o valor-alvo como a média da característica no processo, sendo esse, conseqüentemente, um dos critérios para avaliação de possíveis estados de descontrole estatístico do processo.

Dessa forma, quando fala-se em valor-alvo e média da característica sabemos que, se processo em controle, esses valores devem coincidir. Se isso não ocorrer, há então alguma evidência de processo fora de controle, e então deve haver a intervenção – lógico que sempre há uma certa tolerância nessa diferença entre os valores.

A média de um processo para fins de controle estatístico de processo, é representada pela letra $\mu_{\bar{X}}$ e a estimativa desse valor, $\hat{\mu}_{\bar{X}}$, com base em amostras extraídas durante o processo é representada por

$$\bar{\bar{X}} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \bar{X}_i \quad (2.1)$$

Onde $\bar{X}$ é a média de cada amostra, e m é a quantidade de amostras, cada uma de tamanho n . Se processo em controle, a estimativa da média é representada por $\hat{\mu}_0$.

É essencial que, na construção dos gráficos de controle (sejam esses por variáveis ou por atributos), os dados utilizados para o cálculo da *linha média* do gráfico (Figura 2.1) sejam dados de um processo sob controle. (COSTA *et al*, 2005). Do contrário, este valor estará inadequado e, conseqüentemente, tanto a média esperada como os limites de controle desenhados no gráfico estarão mal dimensionados, prejudicando, dessa forma, a efetividade do modelo para monitoramento do processo.

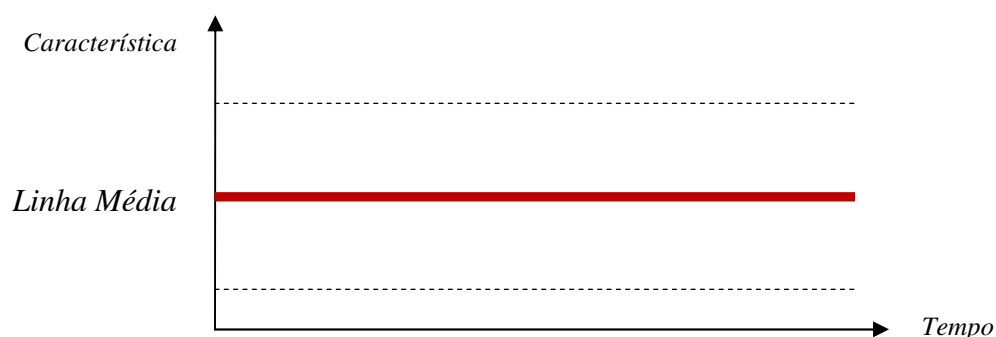


Figura 2.1 – Média de um processo

Fonte: Adaptado de Costa (2005)

A média estimada e o desvio-padrão num processo sob controle são os elementos essenciais na construção de gráficos de controle. No próximo item será apresentado os limites de controle dos gráficos, sua importância e como podemos defini-lo.

2.5.3 Variabilidade

Como bem definiu Siqueira (1997), a variabilidade é um fator inerente aos processos. Então por mais que se invista em formas de “zerá-la”, ela sempre estará presente de alguma forma. Entretanto, não se procura dizer aqui que não há sentido em investir para a redução desta; muito pelo contrário, como bem frisado por Montgomery (2004), deve-se sempre procurar reduzir a variabilidade nos processos e produtos; é nisso que consiste a melhoria da qualidade.

Porém, é preciso saber até onde vale à pena investir em reduzir essa variabilidade. Para isso é de suma importância conhecer sobre a natureza das variabilidades presentes. A partir desse estudo pode-se identificar, segundo Costa *et al* (2005), dois tipos de causas:

- **Causas aleatórias**: é a chamada variabilidade natural do processo, a qual, segundo Shewhart, é impossível ser eliminada e é causada por uma série de pequenas perturbações;
- **Causas especiais**: consiste em perturbações maiores e que causam uma mudança da média da distribuição da característica de qualidade X e/ou um aumento de sua dispersão, fazendo com que o processo caminhe de forma alterada.

Siqueira (1997) cita que há três tipos de variações de determinada característica de qualidade: interna (é a variação que ocorre dentro de um mesmo item); item a item (é aquela entre itens produzidos em um curto espaço de tempo); e tempo a tempo (é a variação entre itens produzidos em períodos diferentes).

Todas essas variações, se encontrando dentro de um determinado padrão (Figura 2.2), podem ser consideradas variações naturais, se caracterizando como causas aleatórias. Porém,

chegando a certos patamares, essas variações começam a afetar a produção e requerem atenção, pois se tratam de causas especiais.

Segundo Hines *et al* (2006), o poder dos gráficos de controle é justamente distinguir causas aleatórias de causas especiais de variação. Porém, cabe ao usuário a identificação da causa-raiz da perturbação e como saná-la.

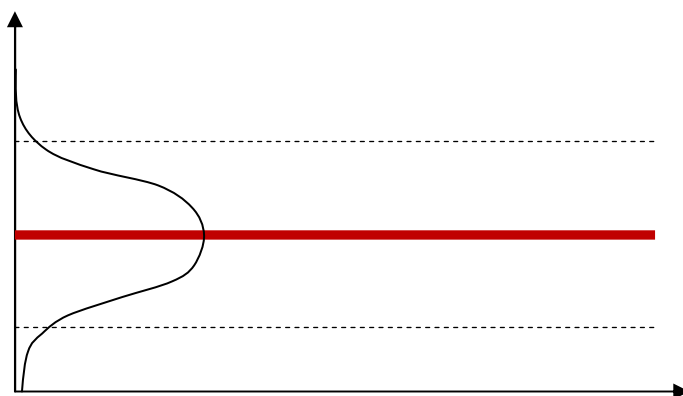


Figura 2.2 – Padrão de distribuição da variação

Fonte: Adaptado de Costa (2005)

Siqueira (1997) propõe ainda que há seis fatores causadores das variações no processo: máquinas, métodos, materiais, meio ambiente, mão-de-obra e medidas (Figura 2.3).

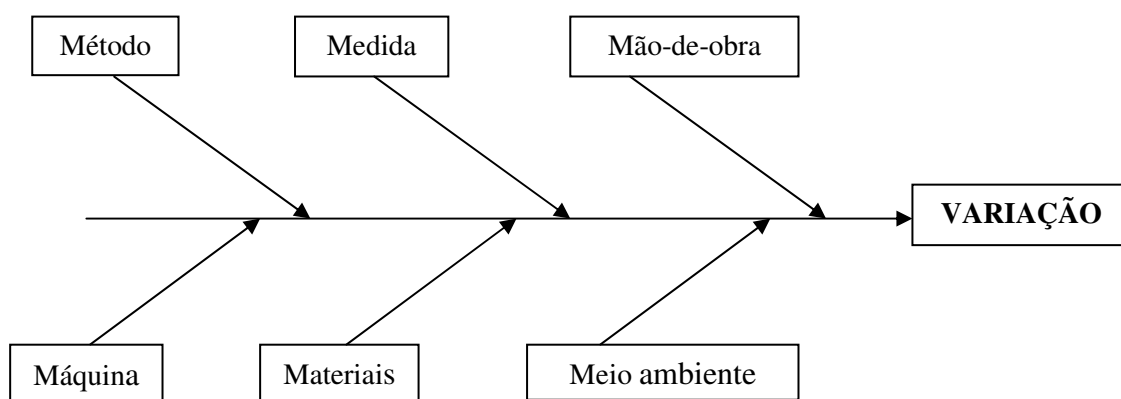


Figura 2.3 – As seis causas de variação dos processos

Fonte: Siqueira (1997)

Costa *et al* (2005, p.24 e 25) diz que “quando o processo apresenta apenas a variabilidade natural, devido às causas aleatórias, diz-se que ele está no *estado de controle estatístico*, ou simplesmente *em controle*(...). Quando, além das causas aleatórias de variabilidade, causas especiais estiverem presentes, diz-se que o processo está *fora de controle*”.

Uma das formas de controlar a variabilidade de um processo é obtida através de cálculos baseados no desvio-padrão (σ) do processo, e os métodos para obtê-lo diferenciam se falamos de gráficos de controle para variáveis ou para atributos. Em itens posteriores serão detalhados os cálculos para a obtenção desses.

2.5.4 Limites de controle

Como já dito anteriormente, os limites de controle são linhas definidas acima e/ou abaixo da linha média do gráfico e tem propósito de delimitar a área de “variabilidade aceitável” do processo. Baseia-se essa idéia, nas palavras de Montgomery (2004, p.5) quando diz que nos gráficos de controle “valores-alvos são, usualmente, limitados por um intervalo de valores que, tipicamente, acreditamos estarem tão próximos do alvo que, se a característica da qualidade estiver nesse intervalo, não causará impacto na função ou desempenho do produto”.

Os limites de controle são definidos baseados na média e no desvio-padrão σ conhecido do processo. O cálculo para definição dos limites de controle:

$$LSC = \mu + k\sigma \quad (2.2)$$

$$LM = \mu \quad (2.3)$$

$$LIC = \mu - k\sigma \quad (2.4)$$

Sendo μ a média da característica quantificada no processo e σ o desvio-padrão da característica ao longo do processo. O gráfico correspondente é representado na Figura 2.4.

Observa-se mais na frente que há dois tipos de controle dentro de um processo. O controle da média amostral, conhecido como gráfico $\bar{X}$, este controlando a média do processo; e o controle da *amplitude* R , conhecido como gráfico da amplitude R , este controlando a variabilidade do processo.

Nesse trabalho, seguindo proposta de Shewhart, haverá a adoção de k igual a três. Essa escolha leva em conta aspectos econômicos, fornecendo um balanço entre os custos de inspeção e os erros do tipo I e tipo II que podem ocorrer. O erro do tipo I ocorre quando, em um processo isento de causas especiais, um dos pontos amostrais cai fora dos limites de controle do gráfico, indicando a “existência” de causas especiais. O erro do tipo II é aquele que ocorre quando o gráfico não consegue detectar a presença de causas especiais num processo, mesmo este estando sob essa influência, visto que os pontos amostrais continuam caindo dentro dos limites. (SIQUEIRA, 1997).

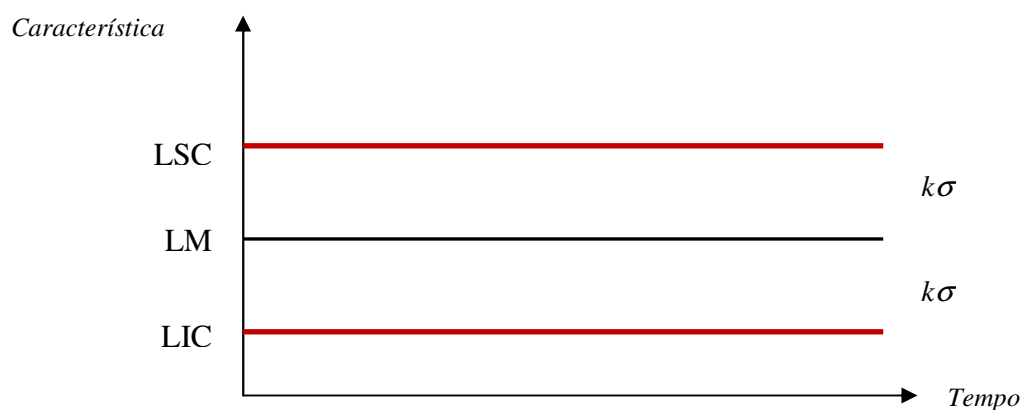


Figura 2.4 – Limites de controle

Fonte: O autor

Olhando para a tabela de probabilidades da distribuição normal pode-se comprovar que, adotando um distanciamento de três desvios, como proposto, apenas 0,27% dos pontos, de um processo sob controle, cairão fora dos limites dos gráficos. Isso quer dizer que apenas ocorrerá um erro do tipo I em 0,27% das amostras.

Porém, a definição da quantidade de desvios a se adotar pode variar. Em processos onde a variabilidade esteja bem reduzida e o processo bastante estável, onde os *limites de especificação* estejam bastante “relaxados”, pode-se adotar um k maior.

Os limites de especificação são definidos pelo projeto do produto e pela engenharia com o objetivo de que produtos saídos da produção estejam dentro de índices de qualidade

adequados para o uso do cliente (seja esse interno, externo ou consumidor final), como também em respeito às normas vigentes. (COSTA *et al*, 2005)

Portanto, se o processo for bastante estável, centralizado entre os limites de especificação e que haja uma boa folga entre estes e os limites de controle com três desvios, pode-se adotar até mais de três desvios, diminuindo ainda mais o número de paradas e mantendo ainda assim os índices de não-conformidade bastante baixos. A Figura 2.5 mostra um exemplo da relação das especificações com o gráfico de controle.

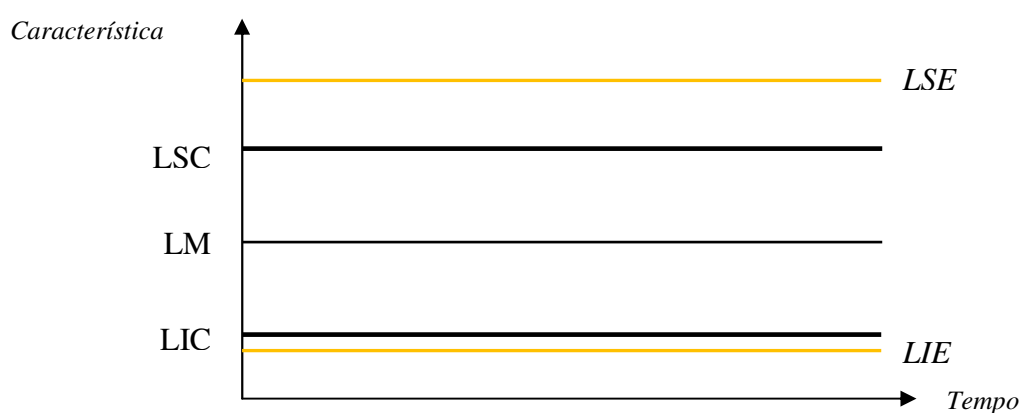


Figura 2.5 – Os limites de especificação x Gráficos de controle

Fonte: O autor

Essa tendência de tentar “relaxar” os limites de controle – quando possível – e, dessa forma, diminuir o número de paradas no processo por alertas do monitoramento do processo, vem de um lema de Shewhart que afirma: “se o processo estiver em controle, evite ajustes desnecessários, que só tendem a aumentar sua variabilidade”. (COSTA *et al*, 2005).

2.6 Gráfico de Controle por variáveis

Neste item e no próximo serão apresentadas as fórmulas necessárias para o cálculo e construção dos gráficos de controle. No presente aborda-se os gráficos por variáveis e no seguinte os gráficos por atributos.

O monitoramento de variáveis é feito através do registro de medidas das amostras retiradas da produção. Dessa forma, em intervalos fixos de tempo t é extraída uma amostra de tamanho n e agora calcula-se a média amostral $\bar{X}$:

$$\bar{X} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{ij} \quad (2.5)$$

De posse desses valores de uma quantidade m de amostras do processo, estando este isento de causas especiais, calcula-se a estimativa da média do processo $\hat{\mu}_0$ baseada na fórmula (2.1):

$$\hat{\mu}_0 = \bar{\bar{X}} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \bar{X}_i \quad (2.6)$$

Com o estimador para a média, agora se investiga sobre o desvio-padrão. Primeiro calcula-se a *amplitude* R de cada amostra. A amplitude amostral é calculada considerando a maior diferença entre os valores das medidas de cada elemento da amostra. É com base nesses valores que, no gráfico por variáveis, obtemos o desvio-padrão do processo. Faz-se isso primeiro calculando a média $\bar{R}$ das amplitudes:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} R_i \quad (2.7)$$

E agora obtém-se o estimador S_D para o desvio-padrão $\hat{\sigma}_0$ das observações individuais do processo:

$$\hat{\sigma}_0 = S_D = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2.8)$$

O valor do coeficiente d_2 é função do tamanho adotado para as amostras (Anexo 1).

O desvio de $\bar{X}$, $\sigma_{\bar{X}}$, se relaciona com o desvio das observações individuais, σ_X , da seguinte forma:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma_X}{\sqrt{n}} \quad (2.9)$$

Sabe-se também que o estimador para σ_X é o valor calculado de $\hat{\sigma}_0$.

De posse desses valores já é possível construir o gráfico $\bar{X}$, nos padrões do representado na Figura 2.6:

$$LSC_{\bar{X}} = \hat{\mu}_0 + 3 \frac{\hat{\sigma}_0}{\sqrt{n}} \quad (2.10)$$

$$LM_{\bar{X}} = \hat{\mu}_0 \quad (2.11)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \hat{\mu}_0 - 3 \frac{\hat{\sigma}_0}{\sqrt{n}} \quad (2.12)$$

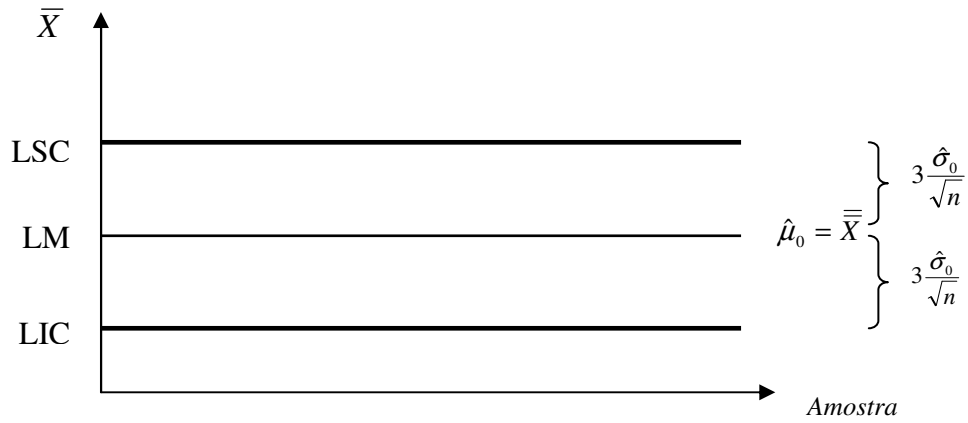


Figura 2.6 – Gráfico $\bar{X}$ para controle de variáveis

Fonte: O autor

Quando LIC for menor que zero, considera-se este igual a zero.

Além desse gráfico apresentado que tem como objetivo controlar a média do processo, há também um gráfico que objetiva controlar o desvio, em relação à média, do processo: o gráfico da amplitude R (Figura 2.7).

$$LSC_R = \mu_R + 3\sigma_R \quad (2.13)$$

$$LM_R = \mu_R \quad (2.14)$$

$$LIC_R = \mu_R - 3\sigma_R \quad (2.15)$$

O valor da média μ_R e do desvio σ_R são também funções do tamanho da amostra m :

$$\mu_R = d_2 \sigma \quad (2.16)$$

$$\sigma_R = d_3 \hat{\sigma}_0 \quad (2.17)$$

Assim fica-se com as linhas do gráfico de controle de R :

$$LSC_R = d_2 \hat{\sigma}_0 + 3d_3 \hat{\sigma}_0 \quad (2.18)$$

$$LM_r = d_2 \hat{\sigma}_0 \quad (2.19)$$

$$LIC_R = d_2 \hat{\sigma}_0 - 3d_3 \hat{\sigma}_0 \quad (2.20)$$

Quando LIC for menor que zero, considera-se este igual a zero.

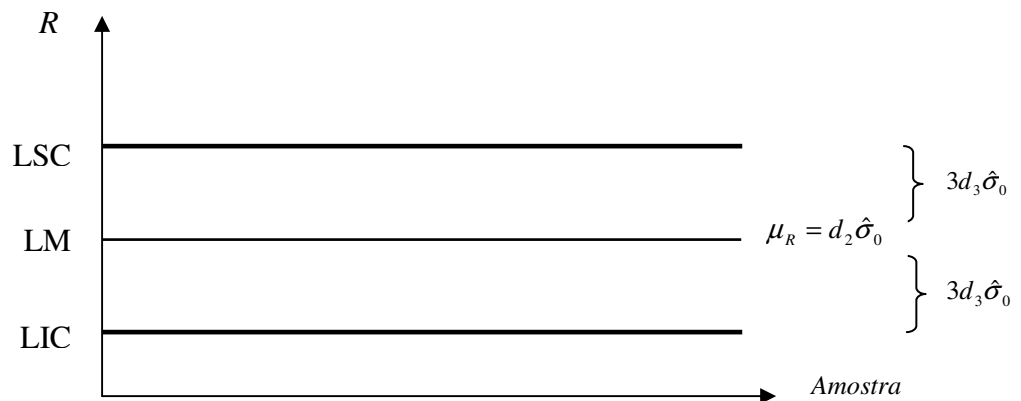


Figura 2.7 – Gráfico da amplitude R para controle de variáveis

Fonte: O autor

Foram definidos, assim, os gráficos para controle da média $\bar{X}$ e para controle da amplitude R com três desvios de tolerância de variação para cima e para baixo (padrão 3-sigma).

2.7 Gráfico de Controle por atributos

No gráfico de controle por atributos começamos a usar o conceito de conformidade. É um método de análise no qual, através de observação e/ou testes, se classifica o produto como conforme ou não-conforme. As amostras da produção serão classificadas assim, e não mais através de medidas como no controle por variáveis.

Um produto não-conforme não significa que seja impróprio para o uso. (MONTGOMERY, 2004). Mas para o controle ele é classificado como não-conforme por diferentes motivos que vem desde defeitos sérios que comprometam o uso e a segurança do

produto até características que simplesmente não agradaram ao gosto do consumidor – esse é um caso particular exemplificado com casos de controle dos níveis de satisfação de clientes.

Existem diferentes tipos de controle para atributos direcionados para diferentes necessidades. Serão aqui apresentados dois desses.

2.7.1 Gráfico de controle da fração não-conforme

Também conhecido como *gráfico p*, este é direcionado para o controle da fração de itens defeituosos que saem da produção. Sua aplicabilidade no ramo de serviços é bem maior devido à facilidade de classificação do serviço. Não há a necessidade de mensuração da(s) característica(s) de qualidade, apenas dizer, segundo critérios técnicos, se é conforme ou não.

O objetivo é controlar a razão entre o número de itens não-conformes e o total de itens. Porém, há casos onde é mais conveniente controlar a razão de itens conformes em relação ao total. Nesse caso há na verdade um controle do *rendimento do processo*. (MONTGOMERY, 2004).

Os conceitos estatísticos utilizados nesses modelos são baseados na distribuição binominal de probabilidades. São usados a probabilidade p de ocorrência de uma não-conformidade e o tamanho da amostra n como parâmetros. Tem-se então

$$P\{D = x\} = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x} \quad x = 0, 1, \dots, n \quad (2.21)$$

Sendo D o número itens não-conformes na amostra.

Sabe-se que a média e a variância na distribuição binominal são dados por:

$$\mu = p \quad (2.22)$$

$$\sigma_p^2 = \frac{p(1-p)}{n} \quad (2.23)$$

É preciso encontrar um estimador $\bar{p}$ para p . Para isso faz-se:

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \hat{p}_i \quad (2.24)$$

$$\hat{p}_i = \frac{D_i}{n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.25)$$

Onde $\hat{p}_i$ é a fração de defeituosos na i -ésima amostra, m é o número de amostras observadas e n é o tamanho das amostras. Lembrando sempre que esse estimador deve ser baseado num processo sob controle.

Com esses dados já pode-se definir o gráfico de controle para fração não-conforme (Figura 2.8):

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.26)$$

$$LM = \bar{p} \quad (2.27)$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.28)$$

Como padrão, quando LIC for menor que zero, considera-se este igual a zero.

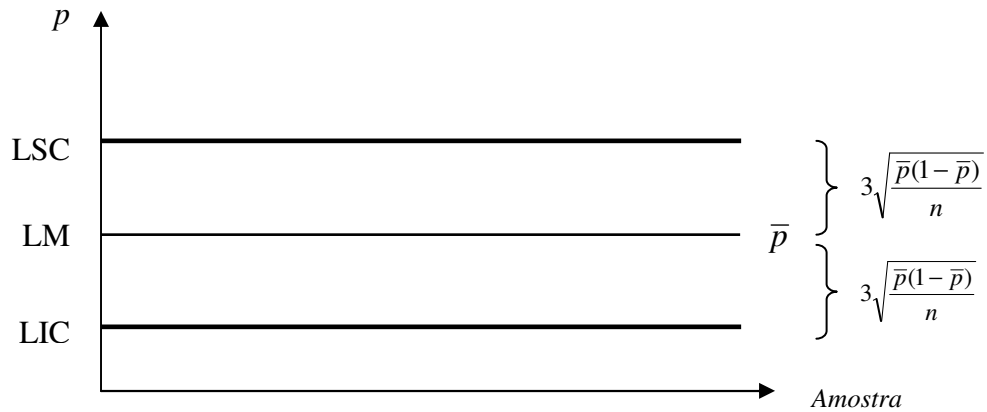


Figura 2.8 – Gráfico p de controle de frações não-conformes de atributos

Fonte: Montgomery (2004)

2.7.1.1 Gráficos com tamanho variável de amostras

Nem sempre é possível usar tamanhos fixos de amostras para a realização do controle, especialmente em casos de inspeção 100%. Conseqüentemente o desvio-padrão da amostra,

que é função do tamanho desta, será sempre variável, ou seja, cada amostra de tamanho diferente terá um desvio diferente. Para esses casos serão apresentadas duas alternativas.

Limites de largura variável

A proposta aqui é que seja calculado um novo limite para cada amostra (Figura 2.9) de tamanho diferente. Basicamente a forma de obter os valores dos limites é a mesma e o valor da média é obtido a partir da soma de todos os D 's e n 's.

$$\bar{p} = \frac{\sum_i D_i}{\sum_i n_i} \quad (2.29)$$

O valor até onde i avançará na fórmula anterior, deverá ser suficientemente grande para que se ache um valor de $\bar{p}$ o mais próximo possível da média, p , real do processo.

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2.30)$$

$$LM = \bar{p} \quad (2.31)$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2.32)$$

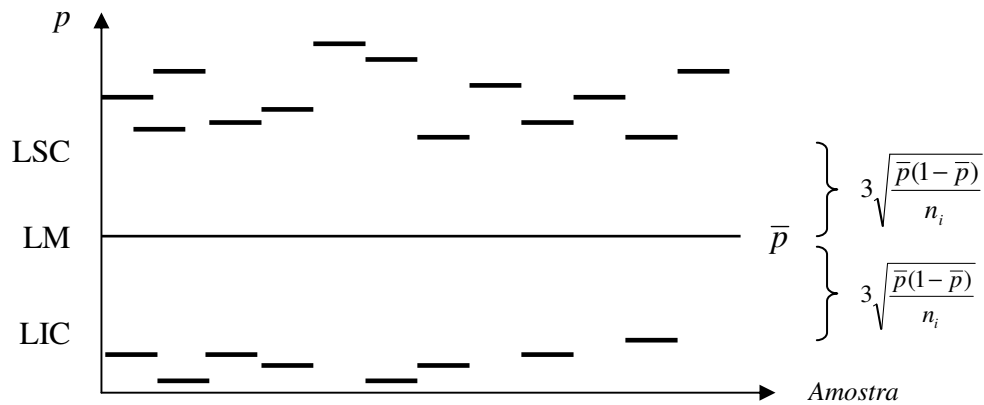


Figura 2.9 – Gráfico p com tamanho variável da amostra

Fonte: Montgomery (2004)

Em casos particulares, nos quais o tamanho da amostra não sofre grandes alterações, pode-se adotar um tamanho médio $\bar{n}$ para as amostras e assim definir apenas um LSC e LIC para todo o processo.

É um método simples para o controle nesses tipos de caso, e nenhum conceito novo é acrescentado, se não o n que agora entra como uma variável e os limites na i -ésima amostra sendo função deste.

Gráfico padronizado

Nessa outra abordagem aparecem os conceitos de controle “padronizado”. Os pontos representativos das frações não-conformes agora são plotados no gráfico em unidades de desvio-padrão. Adotando a convenção 3-sigma, a linha média agora é o zero, o limite superior +3 e o limite inferior, contrastando com o apresentado até aqui, será negativo e igual a -3 (vide Figura 2.10). Os pontos representativos de cada amostra serão calculados, para então serem inseridos no gráfico, da seguinte forma:

$$Z_i = \frac{\hat{p}_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}} \quad (2.33)$$

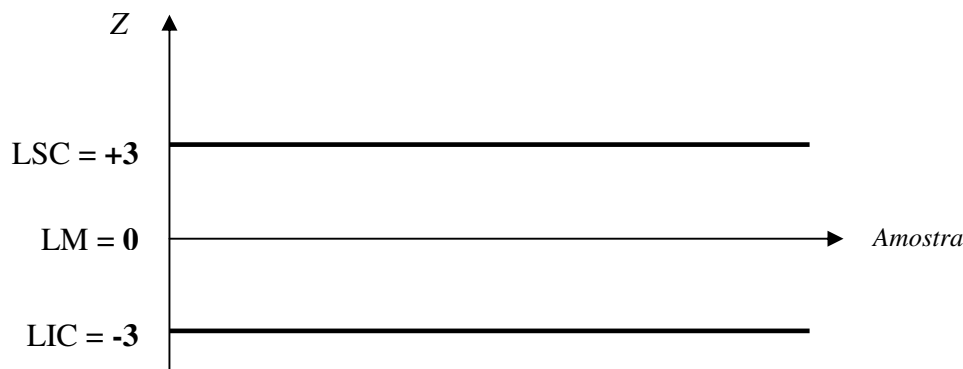


Figura 2.10 – Gráfico padronizado Z para controle de atributos

Fonte: Montgomery (2004)

Este se trata de um gráfico de controle bastante consistente. Métodos que são usados para reconhecimento de seqüências e padrões só podem ser aplicados com segurança se estiver sendo feito o uso do gráfico padronizado. (MONTGOMERY, 2004)

2.7.2 Gráfico de controle de número de não-conformes

Esse é um gráfico que, ao invés de medir controlar a fração de não-conformes, controla o quantitativo de não-conformes.

O método de obtenção desse gráfico é praticamente igual ao gráfico p . A diferença é que aqui multiplica-se os termos da direita das fórmulas pelo tamanho n das amostras. Por isso que o gráfico pode ser denominado também de np . A Figura 2.11 mostra um exemplo.

$$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (2.34)$$

$$LM = n\bar{p} \quad (2.35)$$

$$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (2.36)$$

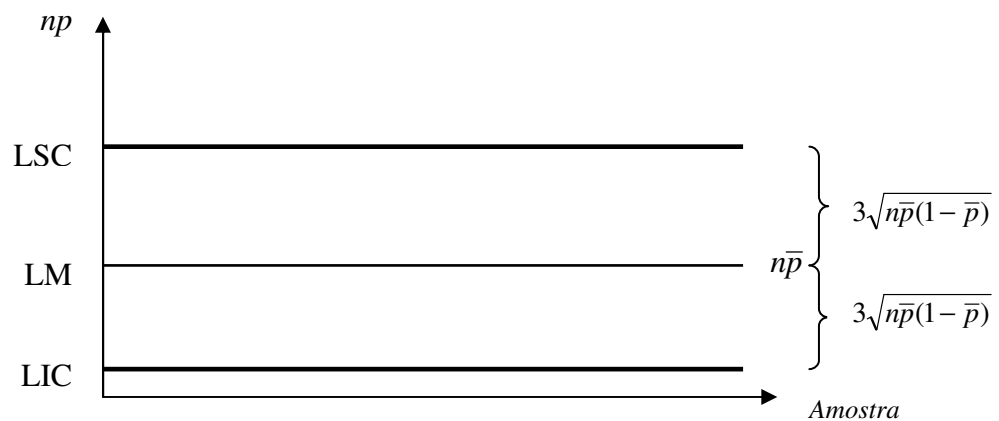


Figura 2.11 – Gráfico np do número de não-conformes para atributos

Fonte: Montgomery (2004)

Este é um método que dificulta mais a possibilidade de se trabalhar com tamanhos variáveis de amostras, visto que, se alterado o valor de n , não só o desvio-padrão será influenciado, mas também a média do processo.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

A empresa escolhida para o estudo se trata de uma empresa prestadora de serviços especializada no ensino de informática e inglês. É uma unidade franqueada inaugurada em novembro de 2006 no bairro de Piedade na Região Metropolitana do Recife.

Suas atividades empresariais se desenvolveram por meio da comercialização dos cursos profissionalizantes em informática e idiomas e seus respectivos materiais didáticos, e seu público alvo principal os jovens e adolescentes das regiões municipais de Jaboatão dos Guararapes e Cabo – PE.

3.1.1 A estrutura

A estrutura física voltada para os clientes iniciou com apenas dois laboratórios, um para os cursos de Dot Net e Web Design, e outro para o curso de Hardware. Em outubro de 2007 ampliou sua estrutura física objetivando atender ao número de alunos. Os cursos oferecidos nas dependências da empresa passaram a ser lecionados em três diferentes laboratórios.

Os cursos de Dot Net e Web Design, com carga horária de 03 hs semanais em 18 meses e 21 meses respectivamente, são oferecidos em 02 laboratórios: Lab 01, com 10 computadores para um limite máximo de 20 alunos, e o Lab 03, com 09 computadores e uma capacidade para 18 alunos. O curso de Hardware é lecionado em laboratório próprio com 9 máquinas e capacidade para 18 alunos, com duração de 18 meses.

Em Janeiro de 2008, a Microcamp Piedade passou a oferecer curso de idiomas em inglês, inaugurando um novo laboratório específico para o ensino da língua, com capacidade máxima de 13 alunos, cuja duração de 18 e 36 meses, a depender do interesse do aluno nos cursos básicos ou completo.

Atualmente, a Microcamp Piedade oferece os seguintes cursos:

- Curso de Dot Net: insere o profissional de uma forma abrangente em toda a área de informática dando a ele conhecimento desde o sistema operacional até a utilização de todas as ferramentas Office, que atualmente é a base para ingressar no mercado de trabalho;
- Curso de Web Designer Developer: voltado para área de criação e desenvolvimento de aplicativos para a internet;
- Curso VIP Especial: executivos e profissionais Liberais;
- Curso de Hardware: montagem e manutenção de computadores;
- Curso ABC de idiomas: curso de inglês voltado para o mercado de trabalho.

3.1.2 O setor - divulgação e vendas

Uma das abordagens comerciais se dá por meio de parcerias, onde a Microcamp Piedade oferece aos clientes das empresas parceiras descontos de até 50% nos cursos oferecidos. Além disso, ações de promoção como panfletagem, divulgação e sorteio em rádios comunitárias e ainda sorteios eventuais de cursos gratuitos em vias de grande movimento de pedestres completam algumas das atuações de divulgação da empresa.

Já o setor interno de divulgação e vendas é composto basicamente de quatro diferentes funções:

- Operador de tele-marketing: Entra em contato com potenciais interessados, explica de forma menos detalhada sobre produtos e convida-os a visitarem a empresa para conhecer melhor sobre o oferecido.
- Divulgador externo: Esse profissional trabalha com os chamados cupons. Ele faz uma abordagem direta com possíveis interessados, anota alguns dados como nome e telefone nos cupons(que poderão ser usados pelos operadores de tele-marketing) e

convida-o para visitar a empresa e conhecer mais detalhadamente os produtos oferecidos. É este também que distribui os cupons em empresas parceiras.

- Divulgador interno: Na prática se trata do vendedor. É ele que irá efetivar as vendas e atender as visitas de potenciais clientes.
- Supervisor: Controle das atividades e resultados das funções acima citadas.

No início de 2007 a empresa contava com uma equipe comercial composta por nove funcionários, composta da seguinte forma: seis operadores de tele-marketing, um divulgador externo, um divulgador interno e um supervisor.

Em setembro de 2007, em função de certa conjuntura de mercado somado com as baixas vendas, a empresa promoveu um corte no seu quadro do setor comercial. Agora eram quatro operadores de tele-marketing, um divulgador interno, um externo e um supervisor, totalizando sete funcionários.

Em Janeiro de 2008, novamente uma mudança: a empresa optou por uma atitude mais agressiva de marketing; seu quadro de funcionários da área comercial aumentou novamente e agora contavam com 13 funcionários. Desses, dois eram supervisores, dois divulgadores internos, um externo e oito operadores de tele-marketing.

Nos seis primeiros meses do ano de 2008, a Microcamp Piedade cresceu mais de 130% em número de alunos em se comparado aos seis primeiros de 2007, passando a contar com cerca de 400 alunos freqüentes em suas turmas.

3.2 Desafios

A prestação de serviços possui uma série de peculiaridades se comparada com a produção de bens. E, por esse motivo, natureza da atividade seja a talvez o maior desafio aqui encontrado.

Paladini cita algumas características na prestação de serviços que trazem implicações para a Gestão da Qualidade:

- Produção e consumo simultâneos;
- *Ausência de informações objetivas a respeito de suas operações;*
- *Não há pontos de controle específicos que possam ser identificados;*
- Não há estoques;
- Pequeno número de atividades suporte;
- Grande interação com o cliente.

Os dois destaques são aqui vistos como os grandes obstáculos para a aplicação do CEP no caso estudado, já que são itens críticos e essenciais para a realização de qualquer que seja o controle.

Por ser a produção e o consumo simultâneos, aparece também a impossibilidade de ações corretivas sobre os produtos, possibilitando apenas ações preventivas. E essas devem ser capazes de uma rápida detecção de exigências dos clientes. (PALADINI, 2004)

Paladini (2004) fala também da dificuldade de estabelecer padrões de qualidade devido às análises e avaliações de serviços serem quase sempre bastante subjetivas, envolvendo, inclusive, preferências pessoais.

São esses os principais obstáculos encontrados para o desenvolvimento do trabalho, porém foram propostos critérios e assumidas hipóteses que tornaram possível a aplicação dos conceitos do CEQ.

3.3 Apresentação dos dados

Foram colhidos, junto à empresa, dados dos registros referentes às visitas feitas por interessados (potenciais consumidores) entre os meses de janeiro de 2007 e julho de 2008 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1– Quantitativo de visitas

Mês	Qtde
01/07	260
02/07	117
03/07	168
04/07	179
05/07	176
06/07	165
07/07	172
08/07	112
09/07	142
10/07	138
11/07	110
12/07	103
01/08	209
02/08	162
03/08	176
04/08	205
05/08	212
06/08	157
07/08	235

Foram feitos também os registros sobre as vendas diárias de todos os meses. A Tabela 3.2 apresenta a linha referenciando o dia do mês representado pela coluna.

Tabela 3.2 – Quantitativo de vendas

RESUMO DE VENDAS																				
	01/07	02/07	03/07	04/07	05/07	06/07	07/07	08/07	09/07	10/07	11/07	12/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	07/08	
01		3	3			0		0	0	3	1	0		0	1	1				0
02	0	4	1	0	0	2	2	1		0			1			2	4	1		2
03	1	2	1	0	1		0	0	0	1	0	1	4		1	3	2	3		0
04	1			0		3	1	1	5	2		0	4		0	2		0		0
05	0	5	1	0	2	1	1		6	2	0	0	1		3	1	3	1		3
06	1	3	1			0	1	1	6	0	1	0		0	0		3	2		
07		3	2	1	0	3	0	1			0	2	2	1	5	1	4	2		3
08	1	3	0		0	0		1	2	0	1	0	3	1		2	1			0
09		1	2	1	0	1	0	1		0	1		3	2		6	2	0		0
10	2	1	2	1	3		1	1	0	2	1	0	2			2	5	3		0
11	0			2	1	3	1	0	4	5		0	6	2	2	2		3		0
12	2	1	0	1	0	0	0		0		2	0		3	2	2	2	2		0
13	1	0	0	0		0	1	0	0		5	1		5	3		3	2		
14		4	0	1	1	4	3	0	2		1	0	3	2	1	3	1	5		0
15	0	4			2	5		0	0	0		2	2	3	4	2	5			5
16	1	0	3	1	2	2	4	1		1	3		5	2		4	4	3		5
17			1	2	1		4	0	0	1	1	1	1		1	4	2	4		3
18				3	1	2	2	0	1	0		1	7	3	1	4		3		6
19	3		1	1	0	4	1		0	4	0	0	0	2	0	4	2	2		2
20	1		0	2		0	1	0	0	0	0	1		3	2		2	3		
21					0	1	0	0	1		1	1	0	1			5			2
22	1	0	0		2	0		1	1	3	0	0	3	3		2	5			3
23	3	3		0	1		0	1		2	2		3	6		1	3			6
24	2	2	1	3	1		0	1	0	1	0		3		3	5	0			6
25	3			4	1	2	0	1	0	0			3	5	1	2		4		2
26	2	4	2	1	1	2	0		0	3		0	5	6	5	5	0	1		0
27		1	1	4		1	0	0		0	0	0		2	3		1	2		
28		0	0	2	0	5	1	0	2		0	2	5	4	2	2	3	3		6
29	6		1		0	3		0	0	2	0		1	2	6	0	3			6
30	4		1	0	0	3	0	0		2	0		0			5	5	3		5
31	1		3		2		1	0		1			1		2		4			8

Os dias que se encontram em branco são os domingos, feriados, datas inexistentes naquele determinado mês ou dias que, por algum motivo, não foram feitos registros pelo setor de vendas. Esses dias serão desconsiderados para a análise de dados, já que se trabalhará apenas com a quantidade de dias úteis de cada mês para que os resultados fiquem o mais próximos do real possível.

Há também registros das visitas dos meses de abril e maio de 2008 (Tabela 3.3), mas agora usando como base de referência as semanas dos respectivos meses.

Tabela 3.3 – Visitas semanais em abril e maio de 2008

<i>Abril/2008</i>	<i>Qtde</i>	<i>Maio/2008</i>	<i>Qtde</i>
1ª semana (1 a 5)	30	1ª semana (1 a 3)	16
2ª semana (7 a 12)	48	2ª semana (5 a 10)	42
3ª semana (14 a 19)	53	3ª semana (12 a 17)	55
4ª semana (21 a 26)	55	4ª semana (19 a 24)	64
5ª semana (28 a 30)	19	5ª semana (26 a 31)	35

Esses foram os dados básicos utilizados para a construção dos gráficos de controle que serão apresentados neste trabalho. A partir de agora serão apresentados os cálculos, desenvolvimentos, considerações e aproximações utilizados para o modelo.

3.4 Premissas

Para a aplicação feita neste trabalho foi preciso considerar algumas hipóteses:

- O processo não foi considerado autocorrelacionado: Para isso foi preciso considerar que cada resultado observado era independente em relação aos resultados anteriores, e só era influenciado pelas condições presentes do sistema.
- Não há influência da demanda no rendimento dos vendedores: Ou seja, a motivação dos vendedores não é afetada pela quantidade de visitas que chegam.
- Eficiência do pessoal de vendas: Foi considerado como a razão entre as vendas e o número de visitas de potenciais clientes ao setor.
- Eficiência do pessoal de divulgação: Foi definido como sendo a razão entre a quantidade de visitas e o número de dias úteis trabalhados, ou seja, a média diária de visitas no mês. Levando em conta a limitada variedade de dados que se possui, pareceu a mais adequada forma de abordar.
- Base semanal para controle de vendas: Os dados obtidos aqui foram todos transformados para um quantitativo semanal, muitas vezes através de estimativas e aproximações. Alguns momentos trabalhou-se com uma média diária, mas esta baseada no total de visitas da semana. A base semanal pareceu a mais adequada para o controle de vendas

por trazer um volume de dados satisfatórios para análise e ainda proporcionando uma resposta rápida do gráfico sobre o estado do sistema.

- Base mensal para controle de divulgação: O mesmo não foi feito para o controle da eficiência do pessoal de divulgação. Aqui foi trabalhado com um quantitativo mensal e uma média diária de visitas no mês, mas usando como base o total mensal.

- Quantitativo de visitas semanais estimativo: Com base na distribuição semanal das visitas ao longo dos meses de abril e maio de 2008, foram feitas estimativas de quantitativos semanais para todos os meses apresentados aqui neste trabalho, usando-se, inclusive, o modelo para recalcular esses dois meses. A justificativa para essa consideração foi a grande semelhança no comportamento das visitas semanais ao longo desses dois meses.

3.5 Tratamento dos dados

3.5.1 Para controle da atratividade

Aqui será utilizada uma média diária de visitas tendo como base o total mensal de visitas. E essa média diária, como já explicado antes, foi a forma escolhida para se expressar a eficiência do setor.

A base não será semanal como no controle de vendas, pois aqui não se trabalhará com índices e sim com quantidades de visitas. Esse fato traria, na maioria das vezes, uma queda na primeira e última semana de cada mês por terem menos dias úteis que as demais semanas. O gráfico, naturalmente, iria detectar isso e poderia até vir a sinalizar um descontrole na verdade inexistente.

Existem outras alternativas, mas achou-se mais conveniente trabalhar com as médias diárias com base mensal.

O cálculo da média diária será feita dividindo-se a quantidade de visitas do mês pela quantidade de dias úteis da empresa dentro deste, demonstrado isso na Tabela 3.4. A quantidade de dias úteis da empresa obteve-se contando, no relatório de vendas apresentado no item anterior, a quantidade de dias com registros de vendas dentro de cada mês.

Tabela 3.4 – Média diária de visitas para cada mês

	Total de visitas	Dias úteis	Média diária (base mensal)
jan/07	260	22	11,82
fev/07	117	20	5,85
mar/07	168	24	7,00
abr/07	179	23	7,78
mai/07	176	25	7,04
jun/07	165	25	6,60
jul/07	172	26	6,62
ago/07	112	27	4,15
set/07	142	23	6,17
out/07	138	25	5,52
nov/07	110	23	4,78
dez/07	103	22	4,68
jan/08	209	25	8,36
fev/08	162	22	7,36
mar/08	176	22	8,00
abr/08	205	26	7,88
mai/08	212	26	8,15
jun/08	157	22	7,14
jul/08	235	27	8,70

Estes são os dados que serão utilizados para um controle do setor de divulgação da empresa.

3.5.2 Para controle de vendas

Como já dito anteriormente, para o desenvolvimento do modelo de controle para o setor de vendas, os dados apresentados serão todos transformados para a base semanal. Ou seja, a quantidade de vendas que foi apresentada como um quantitativo diário, será transformada para um quantitativo semanal. O mesmo procedimento valerá para os registros de visitas, mas, no caso, passará de mensal para semanal.

Para o caso do número de vendas foi bastante simples a conversão, já que bastava somar as vendas dividindo por semanas, tendo o auxílio de um calendário para indicar em quais datas iniciava e acabava cada semana dos meses.

Dessa forma, obtém-se o seguinte Tabela 3.5:

Tabela 3.5 – Quantitativo semanal das vendas

	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
jan/07	3	6	5	11	11
fev/07	9	16	9	5	5
mar/07	5	8	4	2	8
abr/07	1	6	9	14	0
mai/07	3	4	7	6	2
jun/07	2	8	14	7	16
jul/07	5	6	12	1	1
ago/07	2	5	1	4	0
set/07	0	19	6	3	2
out/07	8	7	6	9	5
nov/07	1	4	12	3	0
dez/07	0	3	3	4	2
jan/08	10	16	18	17	7
fev/08	0	4	17	18	19
mar/08	3	9	12	4	20
abr/08	9	15	21	15	7
mai/08	6	18	17	17	16
jun/08	9	15	15	10	4
jul/08	5	3	21	19	25

Para a conversão dos dados sobre as visitas, usaram-se como base os registros das visitas semanais durante os meses de abril e maio de 2008. A explicação será dividida em partes para mais fácil compreensão:

1) Investigar um padrão na distribuição de visitas ao longo dos meses

Para isso a primeira providência foi transformar os dados dos meses de abril e maio de 2008 em médias diárias (Tabela 3.6). Isso porque existe uma variação na quantidade de dias em cada semana de cada mês. Por exemplo, no mês de maio de 2008 a primeira semana possui apenas três dias, enquanto que o mês de abril tem cinco dias úteis. Se fosse usado o número absoluto de visitas em cada semana isso mascararia essa realidade e não representaria o virtual potencial de cada semana.

Tabela 3.6 – Média diária de visitas em abril e maio de 2008

Abril/2008	Média diária	Maio/2008	Média diária
1ª semana (1 a 5)	6,00	1ª semana (1 a 3)	5,33
2ª semana (7 a 12)	8,00	2ª semana (5 a 10)	7,00
3ª semana (14 a 19)	8,83	3ª semana (12 a 17)	9,17
4ª semana (21 a 26)	9,17	4ª semana (19 a 24)	10,67
5ª semana (28 a 30)	6,33	5ª semana (26 a 31)	5,83

Com essas médias diárias das visitas, foram desenhados gráficos para analisar o comportamento dessa distribuição ao longo dos respectivos meses (Figuras 3.1 e 3.2).

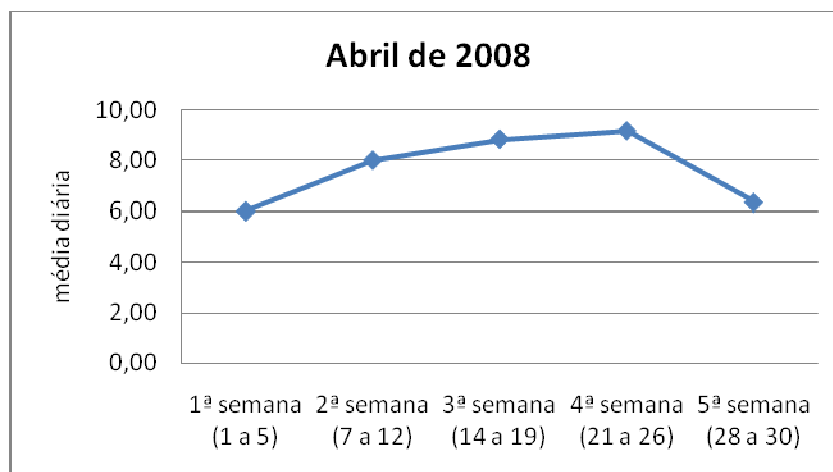


Figura 3.1 – Gráfico das médias diárias de visitas nas semanas do mês de abril/08

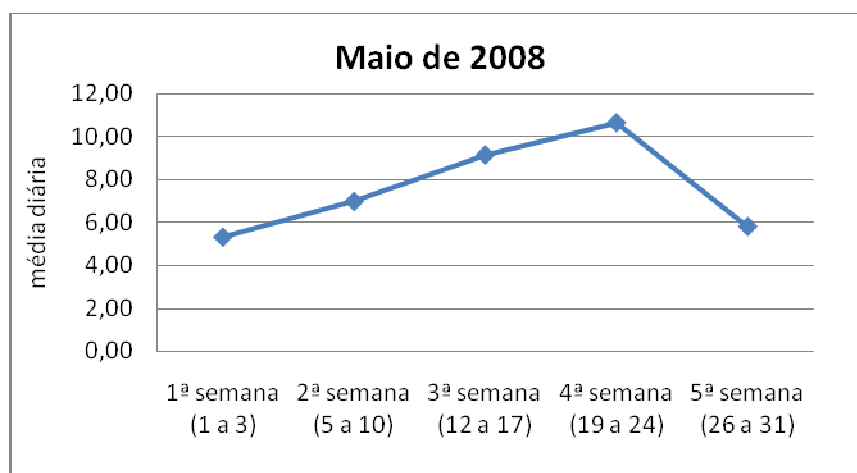


Figura 3.2 – Gráfico das médias diárias de visitas nas semanas do mês de maio/08

Como se pode observar, há uma boa semelhança na distribuição das visitas destes dois meses. Este será o argumento para procurar um padrão de comportamento e estendê-lo para todos os meses.

2) *Encontrando a relação*

Uma proposta para um padrão de distribuição das médias de visitas diárias para cada semana de um mês será feita aqui.

Pros meses diferentes de abril e maio de 2008, só se tem o quantitativo total mensal e o máximo que se pode obter é uma média diária usando a razão entre este quantitativo e a quantidade de dias úteis do mês todo.

Dentro desse quadro, procura-se então uma relação direta entre a média diária de cada semana de que temos informações com a média diária do mês correspondente a essas semanas. O proposto é que isso seja feito achando a razão entre a média diária de cada semana com a média diária do mês (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 – “Contribuição” das semanas de abril e maio de 2008

Abril/2008	Qtde	Média diária	Semana/Total	Maio/2008	Qtde	Média diária	Semana/Total
1ª semana (1 a 5)	30	6,00	0,76	1ª semana (1 a 3)	16	5,33	0,65
2ª semana (7 a 12)	48	8,00	1,01	2ª semana (5 a 10)	42	7,00	0,86
3ª semana (14 a 19)	53	8,83	1,12	3ª semana (12 a 17)	55	9,17	1,12
4ª semana (21 a 26)	55	9,17	1,16	4ª semana (19 a 24)	64	10,67	1,31
5ª semana (28 a 30)	19	6,33	0,80	5ª semana (26 a 31)	35	5,83	0,72
Total (26dias)	205	7,88		Total (26dias)	212	8,15	

Obteve-se agora um coeficiente para cada mês que representa uma relação da média de visitas de cada semana com a média de visitas do respectivo mês.

Porém, procura-se um único conjunto de coeficientes que possam ser usados para estimar as médias diárias de cada semana de todos os meses. Para isso decidiu-se tirar uma média dos dois coeficientes que foram encontrados (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 – Média das “contribuições” dos meses de abril e maio de 2008

Abril x Maio	Base semanal/Base mensal
1ª semana	0,71
2ª semana	0,94
3ª semana	1,12
4ª semana	1,24
5ª semana	0,76

De posse desses valores pode-se agora fazer as estimativas.

3) Aplicando os coeficientes encontrados:

Os coeficientes encontrados são para aplicação em médias diárias com base num quantitativo mensal. Então o procedimento agora é, antes de aplicar os coeficientes, encontrar as médias diárias de todos os meses. Isso já foi feito anteriormente. Basta agora multiplicar a média do mês pelo coeficiente correspondente à semana que se deseja estimar daquele mês. Coeficientes esses encontrados na parte 1 da explicação aqui. A Tabela 3.9 representa essas estimativas.

Tabela 3.9 – Estimativo das médias diárias de cada semana dos meses apresentados

	MÉDIA DIÁRIA				
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
jan/07	8,36	11,07	13,26	14,60	8,97
fev/07	4,14	5,48	6,57	7,23	4,44
mar/07	4,95	6,56	7,86	8,65	5,32
abr/07	5,51	7,29	8,73	9,61	5,91
mai/07	4,98	6,59	7,90	8,70	5,35
jun/07	4,67	6,18	7,41	8,15	5,01
jul/07	4,68	6,20	7,42	8,17	5,02
ago/07	2,93	3,88	4,66	5,12	3,15
set/07	4,37	5,78	6,93	7,63	4,69
out/07	3,91	5,17	6,19	6,82	4,19
nov/07	3,38	4,48	5,37	5,91	3,63
dez/07	3,31	4,38	5,25	5,78	3,56
jan/08	5,91	7,83	9,38	10,33	6,35
fev/08	5,21	6,90	8,26	9,10	5,59
mar/08	5,66	7,49	8,98	9,88	6,07
abr/08	5,58	7,38	8,85	9,74	5,99
mai/08	5,77	7,64	9,15	10,07	6,19
jun/08	5,05	6,68	8,01	8,82	5,42
jul/08	6,16	8,15	9,77	10,75	6,61

Agora possui-se uma estimativa da média diária de visitas para os dias úteis de cada semana dentro de um mês. Vale destacar que todos os meses tiveram cinco semanas com a presença de ao menos um dia útil, à exceção de março de 2008 que houve seis semanas. Para simplificar, já que não foi definido um coeficiente para uma sexta semana, o seu único dia da sexta semana foi considerado como se fizesse parte da primeira semana do mês.

Mais uma vez com o auxílio de um calendário e do relatório de vendas da empresa, se definirá quantos dias úteis houve em cada semana de cada mês. Em seguida multiplica-se a

média diária de cada semana encontrada acima pela quantidade de dias úteis da semana correspondente obtendo-se os valores representados na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 – Estimativo de visitas em cada semana dos meses apresentados

	QUANTIDADE DE DIAS ÚTEIS					QUANTIDADE DE VISITAS NA SEMANA – ESTIMATIVO				
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
jan/07	5	5	4	5	3	41,81	55,34	53,05	73,00	26,92
fev/07	3	6	5	3	3	12,42	32,87	32,83	21,68	13,33
mar/07	3	6	5	4	6	14,86	39,34	39,28	34,59	31,89
abr/07	5	6	5	6	1	27,53	43,73	43,67	57,69	5,91
mai/07	3	6	6	6	4	14,94	39,56	47,40	52,18	21,38
jun/07	2	6	6	5	6	9,34	37,09	44,44	40,77	30,07
jul/07	6	6	6	6	2	28,08	37,17	44,55	49,04	10,05
ago/07	4	6	6	6	5	11,74	23,31	27,93	30,75	15,75
set/07	1	5	6	6	5	4,37	28,91	41,57	45,76	23,44
out/07	6	4	6	6	3	23,43	20,68	37,17	40,92	12,57
nov/07	2	6	5	6	4	6,77	26,88	26,84	35,45	14,53
dez/07	1	6	6	6	3	3,31	26,31	31,53	34,70	10,67
jan/08	4	5	6	6	4	23,66	39,15	56,29	61,97	25,39
fev/08	1	4	6	6	5	5,21	27,59	49,58	54,58	27,96
mar/08	2	5	4	4	6	11,32	37,46	35,91	39,53	36,45
abr/08	5	6	6	5	3	27,89	44,31	53,09	48,70	17,96
mai/08	2	6	6	6	6	11,54	45,82	54,90	60,44	37,15
jun/08	6	6	5	4	1	30,30	40,10	40,04	35,26	5,42
jul/08	5	6	6	6	4	30,79	48,91	58,61	64,51	26,44

Com esses dados já se pode começar a aplicação de alguns dos conceitos apresentados no capítulo anterior do presente trabalho.

3.6 Aplicação

3.6.1 Metodologia

Para o controle da atratividade, se usará como referência a quantidade de visitas ao pessoal de vendas. Serão apresentados gráficos e proposta algumas idéias para o controle, mas nenhum método formal para isto será definido.

Para o controle do rendimento do pessoal de vendas a base será a razão encontrada entre o número de vendas e o número de visitas ao setor. Devido à natureza do processo, irá se

trabalhar aqui, para fim de controle, com os *índices de conformidade no controle do processo por atributos*. Portanto, conformidade irá significar sucesso na venda.

No controle do rendimento será proposta uma metodologia de controle mais formal, com critérios para momento de atuar sobre o processo, uso de folhas de controle e, ainda, uma proposta para uma periodização de revisão dos parâmetros usados na construção do gráfico de controle.

Ainda sobre o controle do rendimento, será feita inspeção 100% , por isso, haverá variações no tamanho das amostras. Decidiu-se então usar o gráfico Z de controle devido à sua consistência e facilidade para se desenvolver outros métodos de monitoração, como já citado no capítulo anterior.

Todos os cálculos, tabelas e gráficos foram feitos com o auxílio do software Microsoft Office Excel.

3.6.2 Controle da atratividade

Após o tratamento dos dados, foram feitos os gráficos que representam as médias diárias de visitas durante os meses entre janeiro de 2007 e julho de 2008 (Figura 3.3).

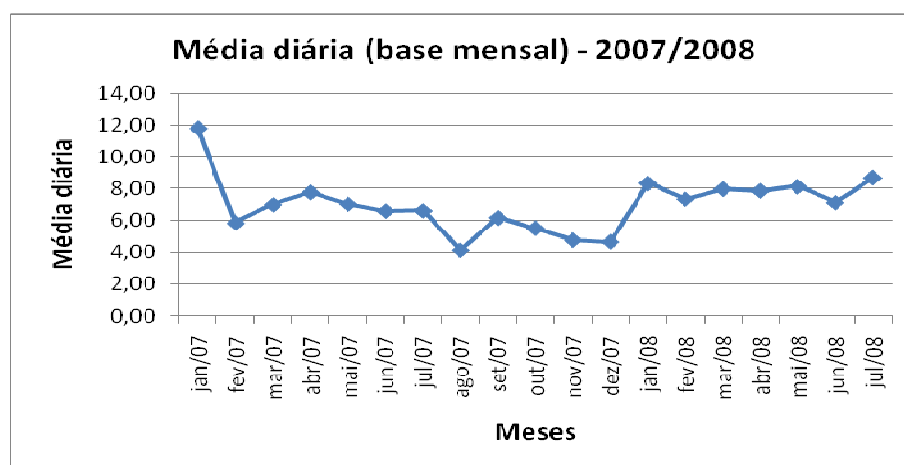


Figura 3.3 – Média diária de cada mês

O gráfico da Figura 3.3 apresenta um pico no primeiro mês monitorado (janeiro de 2007) e logo depois entra em uma tendência de queda até o mês de dezembro do mesmo ano (vide Figura 3.4). A partir de janeiro de 2008 observa-se um salto na média de visitas e nos meses subsequentes um quadro de estabilidade como apresentado na Figura 3.5.

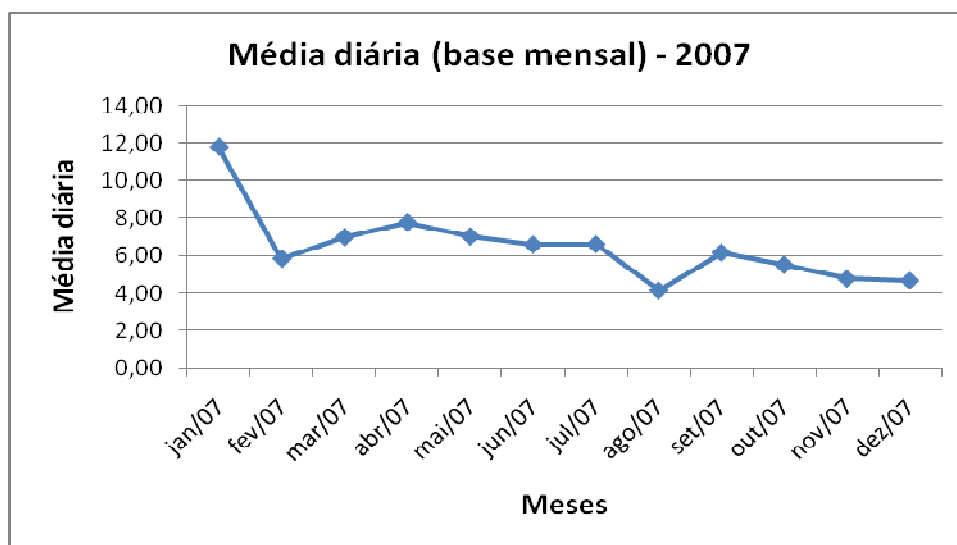


Figura 3.4 – Média diária dos meses de 2007

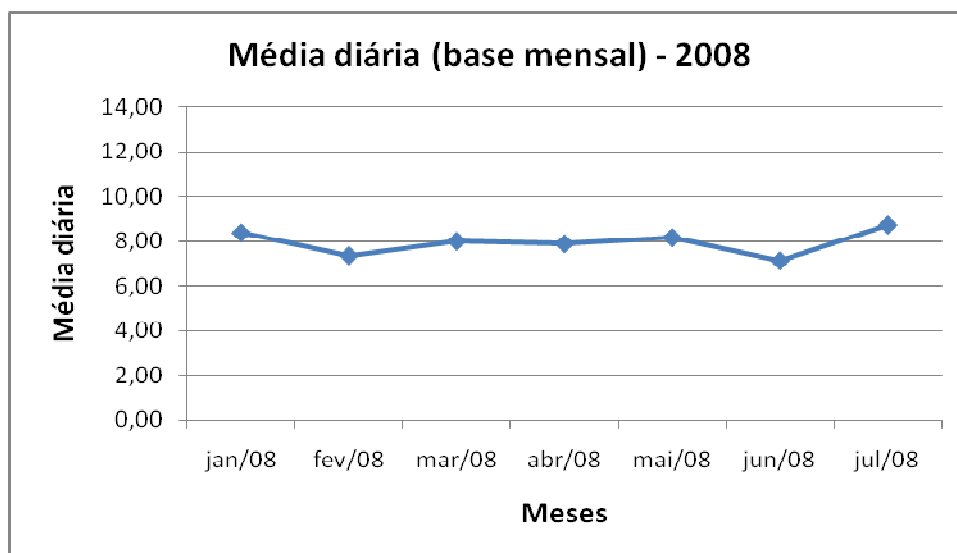


Figura 3.5 – Média diária dos meses de 2008

Fazendo-se os cálculos das médias se confirma isso:

- *Média do período todo*: 7,03 visitas/dia
- *Média do período de 2007*: 6,5 visitas/dia
- *Média do período de janeiro a julho de 2008*: 7,94 visitas/dia

A seguir foi proposto um Diagrama de Ishikawa (Figura 3.6) com algumas das possíveis causas que podem intervir na quantidade de visitas que chegam ao setor de vendas.

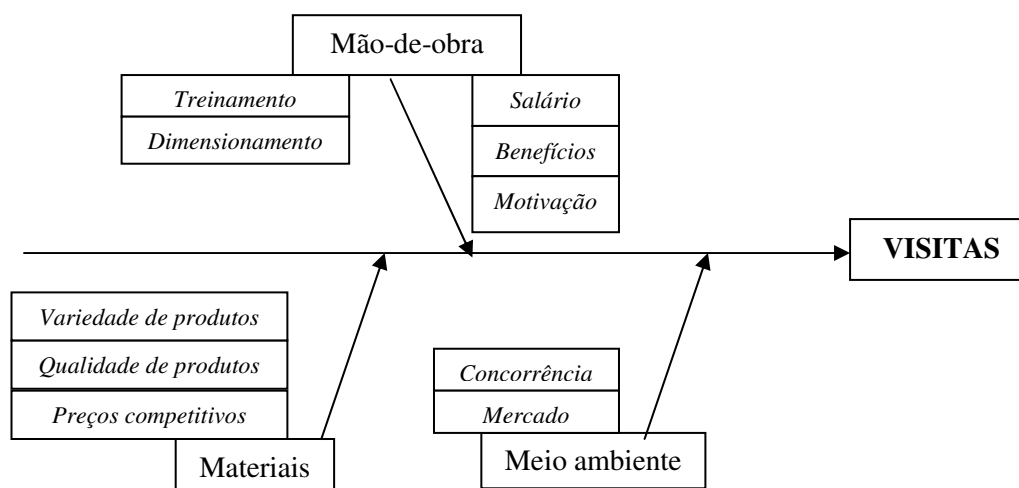


Figura 3.6 – Gráfico de Ishikawa de fatores de influência sobre visitas

Destas, as informações mais relevantes que se obteve foram referentes ao motivacional e o dimensionamento da mão-de-obra. Foram os únicos fatores nos quais houve mudanças mais significativas durante o período observado.

Observou-se três períodos distintos no quadro de funcionários do setor responsável pela divulgação:

- de janeiro a agosto de 2007: seis funcionários no tele-marketing, um supervisor e um divulgador externo;
- de setembro a dezembro de 2007: quatro funcionários no tele-marketing, um supervisor e um divulgador externo;

→ a partir de janeiro de 2008: oito funcionários no tele-marketing, dois supervisores e um divulgador externo.

A seguir foi plotado o gráfico de visitas de cada um desses períodos (Figuras 3.7, 3.8 e 3.9) para comparação.

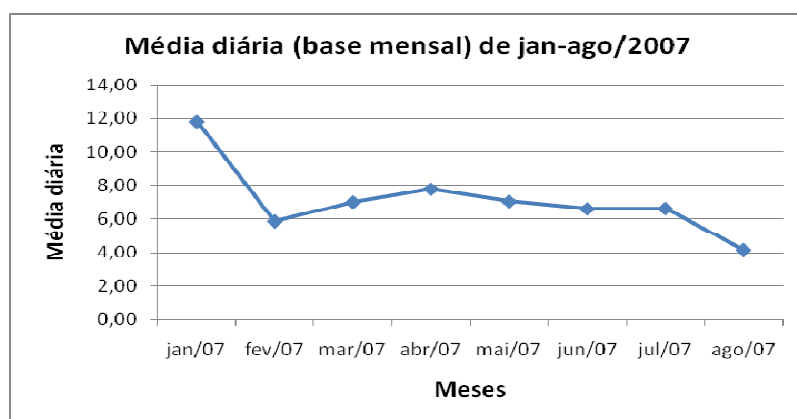


Figura 3.7 – Média diária dos meses do 1º período

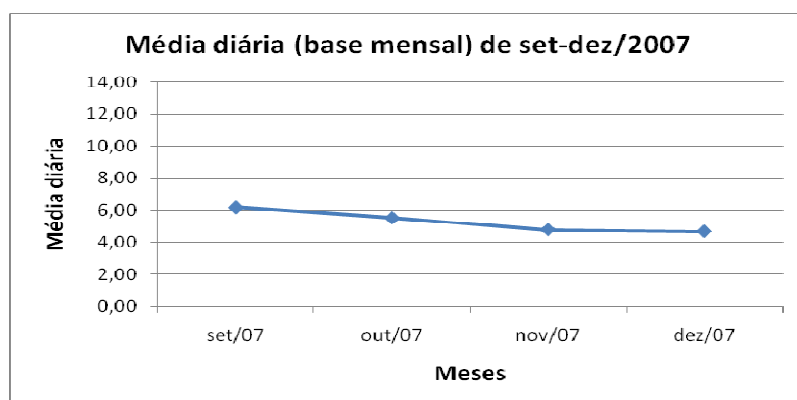


Figura 3.8 – Média diária dos meses do 2º período

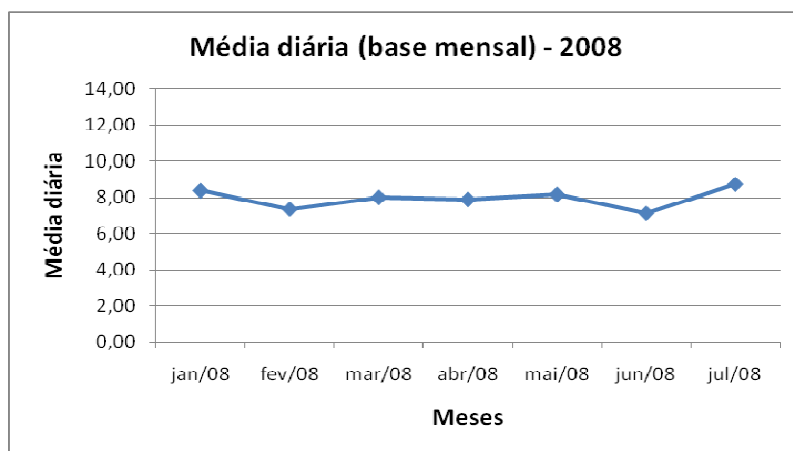


Figura 3.9 – Média diária dos meses do 3º período

A média do primeiro período foi de 7,11 visitas por dia e desvio-padrão de 2,19; a média do segundo período foi de 5,29 visitas por dia e desvio-padrão de 0,7; e no terceiro período a média foi de 7,94 visitas por dia e 0,55 de desvio-padrão. Porém há a presença de um ponto bem fora dos padrões do primeiro mês do primeiro período, por esse motivo, para o cálculo da média e desvio-padrão e análise do respectivo período, decidiu-se excluir esse ponto. Dessa forma a média de visitas do primeiro período se torna 6,43 e o desvio-padrão 1,16.

Essa discrepância se deve, provavelmente, ao fato de a empresa ter sido recém-inaugurada naquela época. A forte expectativa dos potenciais consumidores e a motivação dos funcionários pode ter causado esse fato isolado, bem fora dos padrões.

Pode-se tirar duas conclusões do cruzamento das informações que se tem com o evidenciado nos gráficos:

1º) Os dados sugerem uma possível influência do quantitativo de funcionários nos resultados sobre a média de visitas. Quanto maior foi a quantidade de funcionários no setor de divulgação mais visitas chegavam à empresa.

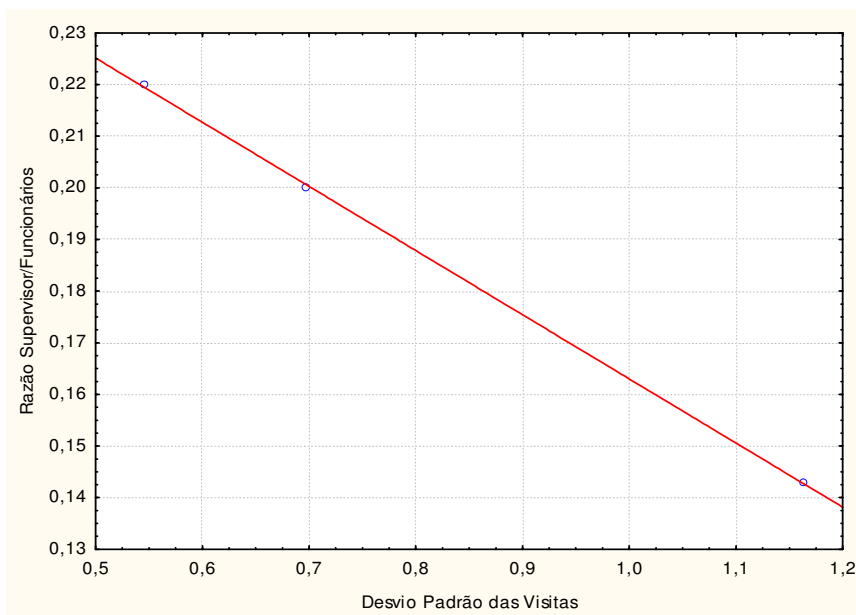
2º) Pode-se presumir também que a ação dos supervisores tem um impacto positivo na estabilidade do processo. A Tabela 3.11 tenta mostrar essa relação:

Tabela 3.11 – Ação da supervisão sobre a variação do processo

Período	Razão Sup/Func (I)	Desvio-padrão
1	0,14	1,16
2	0,20	0,70
3	0,22	0,55

A razão supervisor/funcionário ou I é calculada simplesmente se dividindo o número de supervisores pelo total de funcionários não-supervisores na área de divulgação.

No primeiro período, quando havia um supervisor para sete funcionários ($I=0,14$), a média de visitas era relativamente alta, mas houve muitas oscilações, como prova o desvio-padrão desse período. No segundo período, quando passou a ser um supervisor para cinco funcionários ($I=0,20$), houve uma redução na média de visitas, mas também uma estabilidade muito maior. E essa influência ficou ainda mais clara no terceiro período quando haviam dois supervisores para nove funcionários ($I=0,22$) e com o desvio-padrão menor de todos os períodos. Isso leva a crer que, nesse processo, uma supervisão bem dimensionada tem papel essencial na estabilidade. E o mais interessante é o comportamento dessa relação do valor de I com o desvio-padrão do correspondente período representado no gráfico da Figura 3.10:

Figura 3.10 – Relação $I \times \sigma$

Há uma relação quase linear entre os dois valores: quanto maior o “índice de supervisão” menor o desvio-padrão (variabilidade). Porém, é claro, a quantidade limitada de dados não permite tirar maiores conclusões, mas o observado aqui sugere que há uma estreita ligação sim de I com o desvio-padrão.

Não foram definidos limites para o controle para as visitas. O gestor deve se basear, inicialmente, nos três gráficos aqui existentes para saber dos resultados que ele deve esperar para diferentes números de funcionários na operação e na supervisão do setor de divulgação. A partir daí ele terá referências para tomadas de decisão fundamentadas.

Porém isso não exclui a necessidade de um constante registro das visitas para sempre que possível e necessário se atualizar os parâmetros e expectativas sobre resultados e eficiências.

O resultado dessa análise foi semelhante ao resultado esperado dos *experimentos planejados*, sendo que pegamos registros do histórico da empresa para chegarmos aos resultados. Isso demonstra a importância de um banco de dados rico em informações sobre o negócio, as operações, etc.

3.6.3 Controle da eficiência de vendas

Diversos dos cálculos já foram feitos na seção “*Tratamento de dados*”. Agora, com os dados da Tabela 3.10 e a aplicação de algumas das fórmulas apresentadas no capítulo anterior, já será possível construir os gráficos de controle.

Como já foi definido anteriormente, a eficiência será a razão entre o número de vendas e o número de visitas na semana. Os resultados são apresentados na Tabela 3.12:

Tabela 3.12 – Rendimentos semanais da equipe vendas

	RENDIMENTO SEMANAL – ESTIMATIVO				
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
jan/07	0,0718	0,1084	0,0942	0,1507	0,4086
fev/07	0,7248	0,4867	0,2742	0,2306	0,3752
mar/07	0,3365	0,2034	0,1018	0,0578	0,2508
abr/07	0,0363	0,1372	0,2061	0,2427	0,0000
mai/07	0,2008	0,1011	0,1477	0,1150	0,0935
jun/07	0,2141	0,2157	0,3150	0,1717	0,5321
jul/07	0,1780	0,1614	0,2694	0,0204	0,0995
ago/07	0,1704	0,2145	0,0358	0,1301	0,0000
set/07	0,0000	0,6572	0,1443	0,0656	0,0853
out/07	0,3414	0,3385	0,1614	0,2200	0,3976
nov/07	0,1478	0,1488	0,4471	0,0846	0,0000
dez/07	0,0000	0,1140	0,0952	0,1153	0,1875
jan/08	0,4227	0,4087	0,3198	0,2743	0,2757
fev/08	0,0000	0,1450	0,3429	0,3298	0,6796
mar/08	0,2650	0,2402	0,3341	0,1012	0,5487
abr/08	0,3227	0,3385	0,3955	0,3080	0,3897
mai/08	0,5200	0,3928	0,3096	0,2813	0,4307
jun/08	0,2971	0,3740	0,3746	0,2836	0,7382
jul/08	0,1624	0,0613	0,3583	0,2945	0,9457

A caminhada do processo ao longo dos períodos é representado pelo gráfico da Figura 3.11:

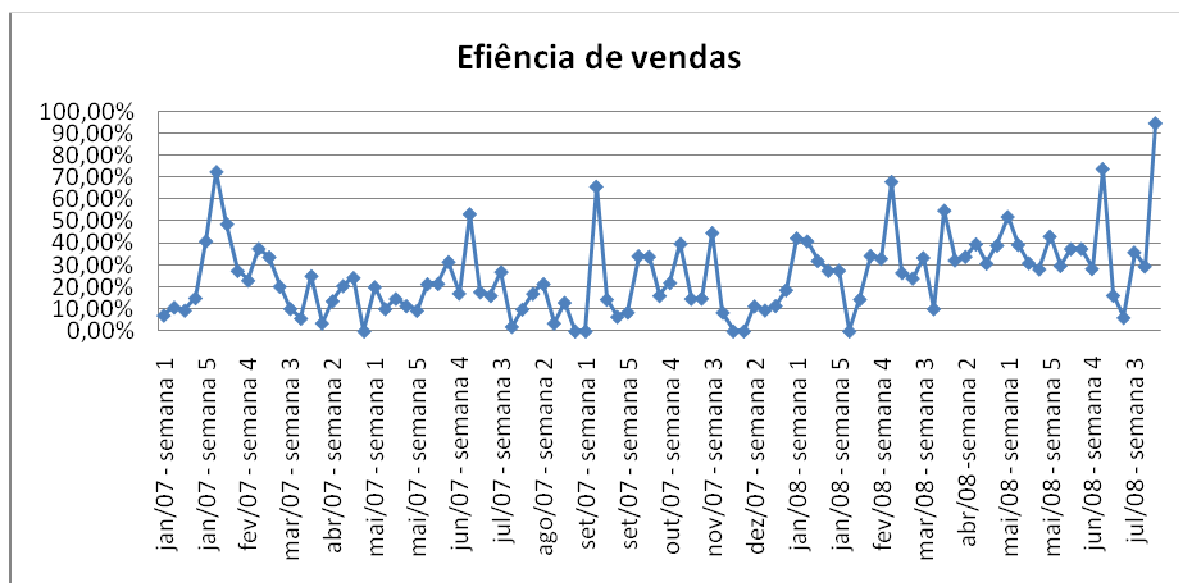


Figura 3.11 – Eficiência de vendas 07/08

Há muita variabilidade no processo, mas mesmo assim serão feitos os gráficos para controle. Após isso, algumas observações poderão ser feitas para que esse quadro se modifique.

Será usado, como dito anteriormente, o gráfico Z para o controle do índice de conformidade dos atributos. Então considera-se os rendimentos como os índices de conformidade $\hat{p}_i$, a quantidade de visitas na semana como o tamanho n_i da amostra i e a média dos rendimentos como a probabilidade $\bar{p}$ de haver conformidade. A partir dessas considerações e fazendo-se valer da Fórmula (2.33) para cálculo dos Z_i 's, contrói-se os gráficos Z de controle.

Depois de ter sido feito todos os cálculos e excluídos os pontos considerados fora de controle, o gráfico resultante, após 3 etapas (vide Anexo D), é o representado na figura 3.12. O critério usado para considerar fora de controle foi o modelo 3-sigma.

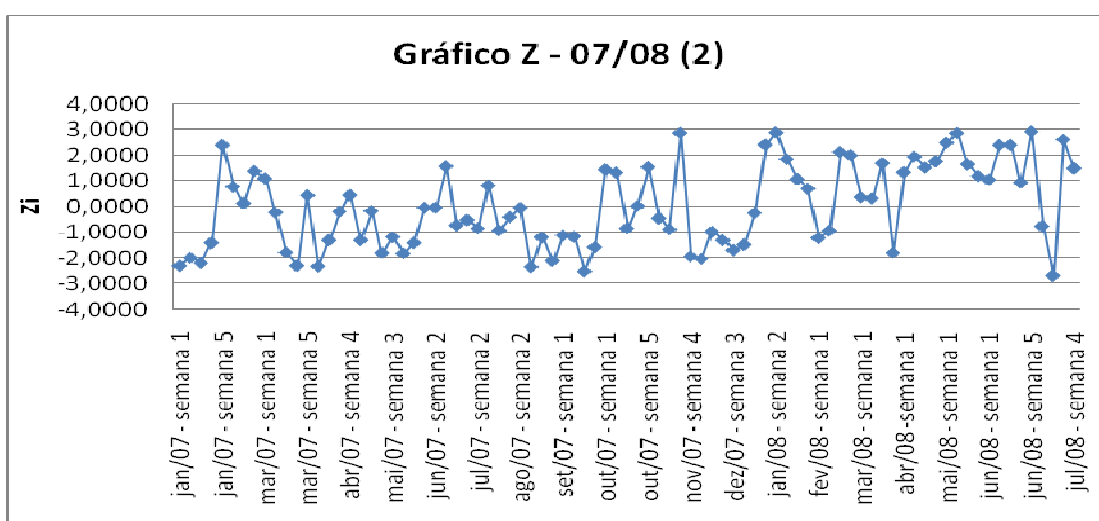


Figura 3.12 – Gráfico Z para período 07/08 (2)

Todos os pontos agora se encontram entre os limites de controle. Então pode-se assumir como média $\bar{p}$ do processo no período este último, igual a 0,2174.

Olhando para os gráficos, aparentemente há uma mudança no rendimento médio das vendas por volta de abril de 2008. Inicialmente, uma comparação será feita entre os anos de 2007 e 2008 para detectar algum tipo de tendência de mudança do $\bar{p}$ nesses dois períodos.

A Figura 3.13 apresenta a eficiência de vendas ao longo de 2007.

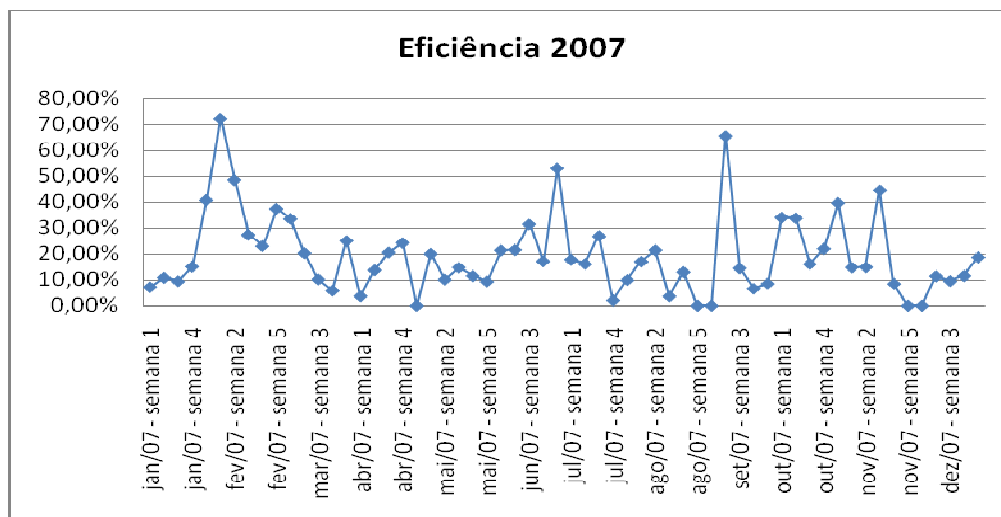


Figura 3.13 – Eficiência de vendas em 2007

Usando os mesmos procedimentos utilizados no caso anterior construiu-se o gráfico de controle da Figura 3.14 para o período correspondente ao ano de 2007.

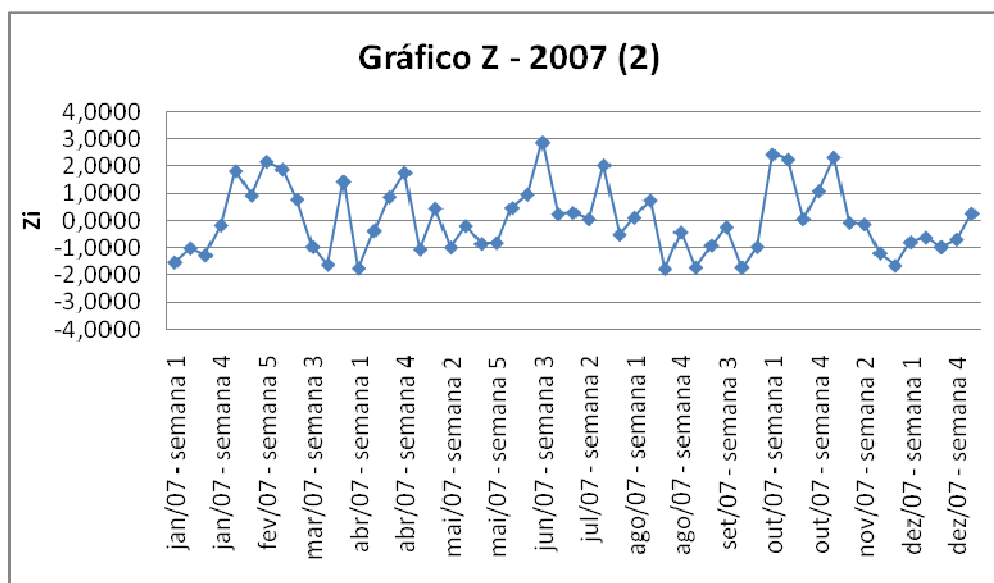


Figura 3.14 – Gráfico Z para período de 2007 (2)

Têm-se aqui, a princípio, um processo sob controle, com ausência de causas especiais e com todos os pontos dentro dos limites de controle. O $\bar{p}$ igual 0,1577 representa a probabilidade de conformidade durante esse período.

Agora passa-se para 2008. A eficiência neste período é representado pelo gráfico da Figura 3.15 e o gráfico final de controle pela Figura 3.16.

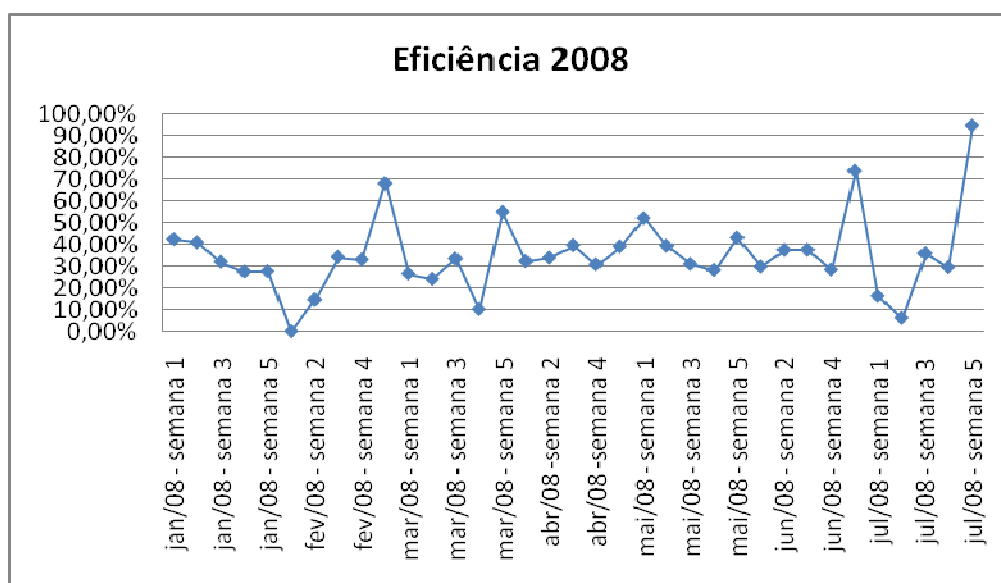


Figura 3.15 – Eficiência de vendas em 2008

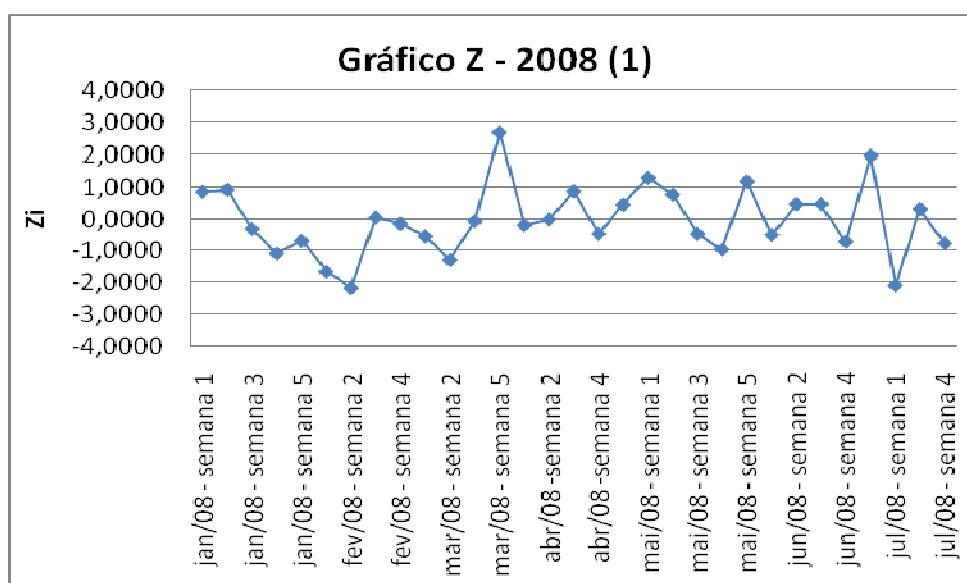


Figura 3.16 – Gráfico Z para período de 2008 (1)

Todos os pontos agora se encontram entre os limites de controle e irá se considerar aqui que o processo não possui causas especiais de variabilidade. Então a probabilidade p de sucesso na venda é de 0,338 para esse período.

Os resultados de 2008 foram bem melhores que de 2007 para a probabilidade de conformidade. Existem dois fatos que ocorreram em janeiro de 2008 que muito provavelmente influenciaram esse salto dos rendimentos: a mudança na gerência de vendas e a chegada de um novo supervisor. Isso pode ter aumentado a pressão sobre os vendedores ou ainda ter mexido com a motivação deles para o sucesso da operação.

Mas ainda assim, olhando para os gráficos antes apresentados da eficiência do período todo, observa-se que há uma grande variação na variável monitorada. Esse fato dificulta a implantação de um controle mais efetivo.

Procurando uma alternativa para esse quadro, pode-se recorrer aos gráficos de eficiência, procurando um período que houvesse uma menor variação dos valores. Essa condição foi encontrada no segundo trimestre de 2008 como pode ser observado no gráfico de eficiência representado pela Figura 3.17.

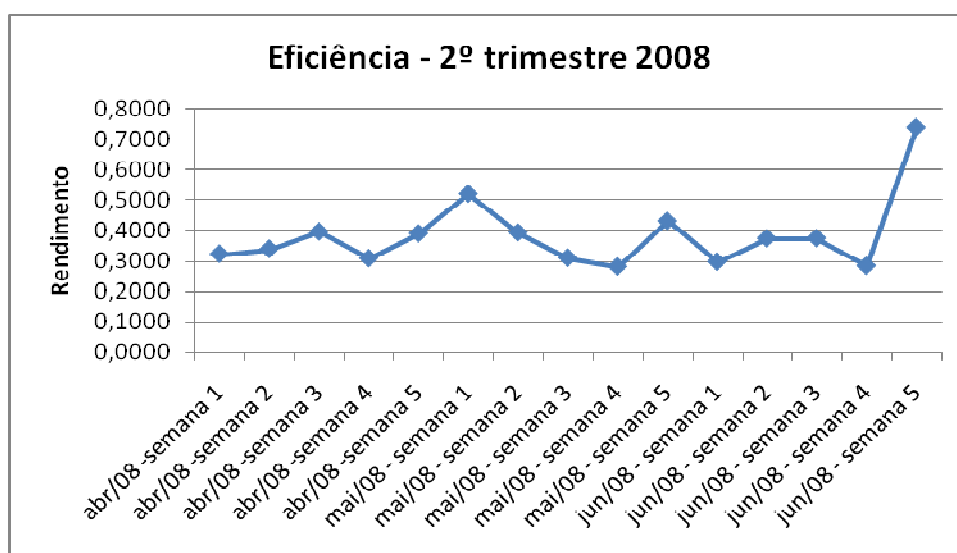


Figura 3.17 – Eficiência de vendas no 2º trimestre de 2008

Com isso pode-se assumir que este período é o referência para controles futuros. Calcula-se então o seu $\bar{p}$ para então a construção do gráfico Z do período (Figura 3.18).

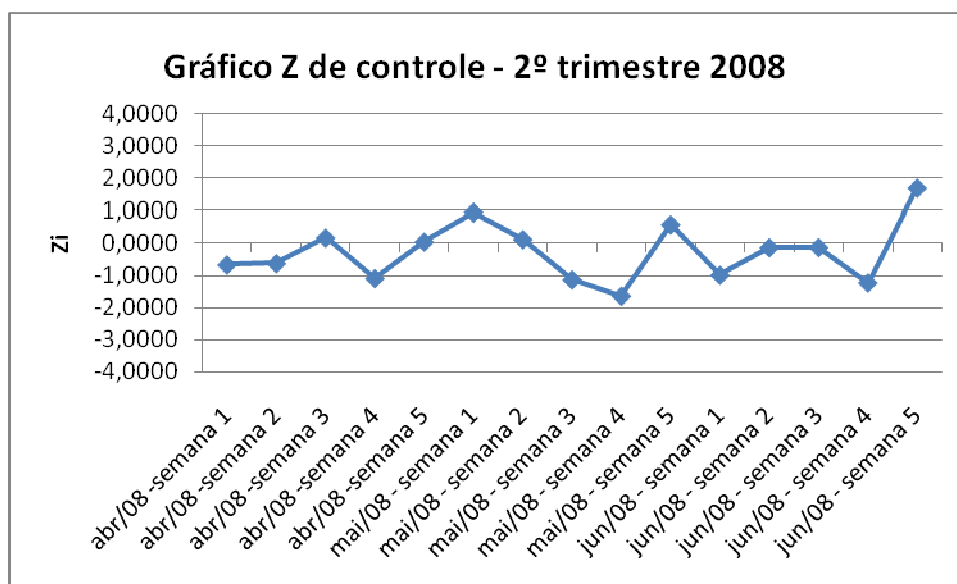


Figura 3.18 – Gráfico Z para 2º trimestre de 2008

Isso se trataria de uma orientação a ser passada aos supervisores e gerentes. A média esperada de eficiência nas vendas seria de 0,3838 (valor correspondente ao $\bar{p}$ do período).

Essencial lembrar da importância que é – citando o ponto de vista do controle – manter as visitas em altos níveis. Isso porque é a quantidade de visitantes que defini o tamanho das amostras, e quanto maior a amostra menor será o desvio-padrão da amostra e, conseqüentemente, menor será a tolerância do gráfico para quedas de rendimento dos vendedores.

As folhas de controle apresentadas agora serão para que os funcionários possam fazer as anotações necessárias para o constante controle dos processos. São de estruturas bem simples e de fácil utilização.

Uma ficha para controle de visitas (Apêndice B) ficará com a recepção. Toda vez que algum cliente for encaminhado para o setor de vendas, o funcionário da recepção deve contabilizar, tendo atenção com o dia.

Uma ficha para controle de vendas (Apêndice C) ficará com as vendedoras. Toda venda que for efetivada deverá ser contabilizada na folha no dia correspondente.

E por fim, a folha de controle (Apêndice A) ficará com o supervisor que, a partir dos dados obtidos na fichas de controle de visitas e vendas, fará o controle e cálculos dos Z_i 's.

Com o uso correto dessa ferramenta, os dados serão mais fiéis e não será necessário o uso de estimativos como foi usado neste trabalho. Se utilizará de dados fiéis.

3.6.3.1 Critérios para atuação

Pontos caindo abaixo do LIC

Sempre que se for definir critérios para atuação num sistema deve-se analisar os custos e benefícios desta, para que haja um equilíbrio em termos econômicos.

Existem três principais medidas a serem tomadas que geram custos:

- *Atuação motivacional*: Esta não implica necessariamente em custos consideráveis. Pode-se optar por premiações ou ajustes salariais que, sim, aumentariam os custos; mas diálogos e esclarecimentos também poderiam trazer impactos positivos para esse tema.
- *Treinamentos*: Uma medida que pode trazer um melhor preparo e, conseqüentemente, melhores resultados do pessoal de vendas. Haverá um investimento em dinheiro e em tempo, mas pode se tratar de um investimento com um bom retorno.
- *Renovação de quadro*: Se trata da medida mais séria e deve ser muito bem ponderada. Além dos gastos diretos advindos desta ação, haverá outros custos relacionados com treinamento dos novos, curva de experiência, impacto operacional e psicológico em outros setores, etc.

O que se propõe neste trabalho é que, a partir das alternativas acima citadas, se monte um ranking. As ações que implicam menores custos ficam no topo e as de maiores custos deverão estar na parte inferior do ranking. Deve-se tentar contabilizar quaisquer tipos de custos e impactos de cada medida.

Este será o roteiro de atuação do gestor. A partir do primeiro ponto abaixo do LIC o gestor ou supervisor pode optar já por uma medida prévia. Deve, é claro, haver o bom senso sempre e o conhecimento do processo, por isso, pelo menos de início, a atuação deve ficar sob a responsabilidade do supervisor, que se encontra mais próximo da operação e possui um entendimento melhor sobre as pequenas variabilidades que podem ocorrer.

A medida que se observa ainda a ocorrência de quedas, usa-se as medidas subseqüentes, ou seja, começa-se a descer no ranking das ações. A responsabilidade sobe e os gerentes e gestores devem se envolver mais nas decisões.

Isso se trata de uma orientação geral, e novas medidas podem e devem ser propostas, inclusive com a participação dos próprios funcionários da operação.

Pontos caindo acima do LSC

Apesar de se tratar de uma situação sempre bem vinda, nesses tipos de ocorrência provavelmente há a presença de causas especiais no processo. O conhecimento de todas as causas que estão atuando devem ser sempre conhecidas, estejam elas trazendo bons ou maus impactos. Isso ajuda na avaliação do real desempenho dos funcionários, na elaboração de um melhor planejamento evitando o máximo possível situações inesperadas que comprometam os resultados da empresa. Por isso tudo, sempre que houver um quadro de descontrole do processo uma investigação deve ser realizada para a identificação das causas de variabilidade.

4 CONCLUSÃO

4.1 Propostas futuras

Algumas propostas para ações futuras serão feitas agora:

- *Gráfico de Controle da Soma Acumulada (CUSUM)*: O gráfico de controle de Shewhart tem a desvantagem de utilizar apenas as informações sobre o processo contidas no último ponto, tornando-o relativamente insensível a variações menores de $1,5\sigma$. (MONTGOMERY, 2004). O uso do gráfico de CUSUM permitirá que se monitore o histórico de desvios das médias amostrais em relação ao valor-alvo, fazendo com que o controle se torne muito mais sensível às mudanças de estado.
- *Controles individualizados nas vendas*: De acordo com os interesses dos gestores, pode-se procurar fazer um controle por funcionário do setor de vendas. A ficha de controle para visitas já proporciona essa possibilidade, possuindo um campo que indica para qual vendedor foi encaminhada a visita. A ficha de controle de vendas continuaria inalterada. A folha de controle possui um campo “*funcionário-destino*” que, se preenchido, possibilita fazer esse controle individual. Esse controle individualizado permite políticas de compensação por resultados individuais e ainda evita o mascaramento de baixos rendimentos individuais pelo resultado do grupo e vice-e-versa.
- *Efetividade da supervisão*: Como foi observado, existe possivelmente uma relação do nível de supervisão com a estabilidade do processo. Por isso deve-se sempre se atentar para os gráficos de forma que exista um controle da efetividade da supervisão. Se necessário deve ser redimensionado o quadro de supervisores.

4.2 Considerações finais

A partir do estudo desenvolvido neste trabalho, pôde-se avaliar de alguma forma a evolução do setor de marketing e vendas da empresa.

Os gráficos simples usados com o histórico da eficiência da divulgação feita na empresa mostraram dois tipos de movimentos distintos no período:

- 1) Após um período de relativa alta entre os meses de janeiro e maio de 2007, viu-se um tendência de queda até dezembro do mesmo ano. A partir de janeiro de 2008 houve uma ascensão na média do número de visitas no mês. A principal conclusão que se tirou foi que o maior influente desse quadro foi a número de colaboradores no setor responsável.
- 2) Entre os meses de janeiro e agosto de 2007 a variabilidade do processo era muito grande. A partir de setembro de 2007 houve uma redução significativa nessa variação, e a redução foi mais forte ainda a partir de janeiro de 2008. A principal causa atribuída nesse trabalho para esse quadro foi o nível de supervisão do setor. Impressionante a relação que se observa entre o número de supervisores por funcionário e o nível de estabilidade do sistema: quanto menor for o primeiro maior será o segundo numa relação praticamente linear. Exatamente nos meses onde ocorreu a mudança do quadro de funcionários, ocorreu uma mudança na variabilidade do gráfico.

Já os gráficos de controle modelados para a avaliação da eficiência do pessoal de vendas mostraram uma grande melhoria na média da eficiência do setor, comparando 2008 com 2007. Esse grande aumento de rendimento do pessoal – por ter sido tão acentuado – foi, provavelmente, decorrência do impacto devido à nova gerência de vendas e à chegada de um novo supervisor. A motivação talvez tenha sido o grande diferencial para esse salto observado a partir de janeiro de 2008.

Alguns pontos que foram apontados por Hines *et al* (2006) devem ser sempre lembrados pelos gestores: (1) Um estado de controle estatístico não é um estado natural para grande parte dos processos reais; (2) O uso dos gráficos de controle possibilitará a eliminação de

causas especiais e com isso um processo sob controle e variabilidade reduzida; (3) É imprescindível a existência de um plano implementado de ações corretivas que ataquem as causas-raiz dos problemas.

Embora se reconheça a importância da técnicas estatísticas para o controle e melhoria da qualidade, a presença de um sistema de gerenciamento voltado para a qualidade é de suma importância para que haja um maior eficiência e efetividade nas ações. (MONTGOMERY, 2004).

E, para fechar, uma definição que mostra a abrangência e o corpo que pode e deve tomar o CEP dentro de uma empresa focada na melhoria dos seus processos:

“Controle Estatístico de Processo é uma atitude – um desejo, por parte de todos os indivíduos na organização, de melhorar continuamente a qualidade e a produtividade através da redução sistemática da variabilidade.” (HINES *et al*, 2006, p.456).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, A. F.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. *Controle Estatístico de Qualidade*. 2ª edição. São Paulo, Atlas, 2005.
- SIQUEIRA, L. G. *Controle Estatístico do Processo*. São Paulo, Pioneira, 1997.
- OLIVEIRA, M. S. *Controle Estatístico e Gestão da Qualidade*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.
- LOURENÇO FILHO, Ruy de C. B. *Controle Estatístico de Qualidade*. Rio de Janeiro, LTC, 1964.
- MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. 4ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2004.
- PALADINI, E. P. *Gestão da Qualidade: Teoria e Prática*. 2ª edição. São Paulo, Atlas, 2004.
- HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M.; BORROR, C. M. *Probabilidade e Estatística na Engenharia*. 4ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2006.

APÊNDICE A

CARTA DE CONTROLE

CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE:

PROCESSO:

FUNCIONÁRIO:

UNID. DE INSPEÇÃO:

FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM:

LSE:

LIE:

MEDIDAS MÉDIAS

LSC:

LM:

LIC:

FUNCIONÁRIO-DESTINO:

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de visitas																															
Média diária																															

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de vendas																															
Média diária																															

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
Total de visitas																															
Total de vendas																															
FRAÇÃO (p)																															
Z _i																															

APÊNDICE B

CONTROLE DE VISITAS

FUNCIONÁRIO:

FUNCIONÁRIO-DESTINO:

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de visitas																															
Média diária																															

FUNCIONÁRIO-DESTINO:

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de visitas																															
Média diária																															

FUNCIONÁRIO-DESTINO:

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de visitas																															
Média diária																															

APÊNDICE C

CONTROLE DE VENDAS

FUNCIONÁRIO:

	1ª semana						2ª semana						3ª semana						4ª semana						5ª semana						
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	
Total de vendas																															
Média diária																															

APÊNDICE D

Cálculos para construção do gráfico Z de controle para o período jan/07 a jul/08

1º) Considerou-se todos os pontos:

	<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i>		<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>
jan/07 - semana 1	0,0718	41,81	-2,6798	0,2516	nov/07 - semana 1	0,1478	6,77	-0,6225
jan/07 - semana 2	0,1084	55,34	-2,4547		nov/07 - semana 2	0,1488	26,88	-1,2277
jan/07 - semana 3	0,0942	53,05	-2,6413		nov/07 - semana 3	0,4471	26,84	2,3345
jan/07 - semana 4	0,1507	73,00	-1,9870		nov/07 - semana 4	0,0846	35,45	-2,2911
jan/07 - semana 5	0,4086	26,92	1,8772		nov/07 - semana 5	0,0000	14,53	-2,2099
fev/07 - semana 1	0,7248	12,42	3,8427		dez/07 - semana 1	0,0000	3,31	-1,0553
fev/07 - semana 2	0,4867	32,87	3,1066		dez/07 - semana 2	0,1140	26,31	-1,6261
fev/07 - semana 3	0,2742	32,83	0,2980		dez/07 - semana 3	0,0952	31,53	-2,0242
fev/07 - semana 4	0,2306	21,68	-0,2252		dez/07 - semana 4	0,1153	34,70	-1,8509
fev/07 - semana 5	0,3752	13,33	1,0398		dez/07 - semana 5	0,1875	10,67	-0,4822
mar/07 - semana 1	0,3365	14,86	0,7543		jan/08 - semana 1	0,4227	23,66	1,9174
mar/07 - semana 2	0,2034	39,34	-0,6970		jan/08 - semana 2	0,4087	39,15	2,2652
mar/07 - semana 3	0,1018	39,28	-2,1631		jan/08 - semana 3	0,3198	56,29	1,1784
mar/07 - semana 4	0,0578	34,59	-2,6265		jan/08 - semana 4	0,2743	61,97	0,4125
mar/07 - semana 5	0,2508	31,89	-0,0098		jan/08 - semana 5	0,2757	25,39	0,2796
abr/07 - semana 1	0,0363	27,53	-2,6032		fev/08 - semana 1	0,0000	5,21	-1,3235
abr/07 - semana 2	0,1372	43,73	-1,7435		fev/08 - semana 2	0,1450	27,59	-1,2903
abr/07 - semana 3	0,2061	43,67	-0,6931		fev/08 - semana 3	0,3429	49,58	1,4808
abr/07 - semana 4	0,2427	57,69	-0,1560		fev/08 - semana 4	0,3298	54,58	1,3311
abr/07 - semana 5	0,0000	5,91	-1,4095		fev/08 - semana 5	0,6796	27,96	5,2153
mai/07 - semana 1	0,2008	14,94	-0,4529		mar/08 - semana 1	0,2650	11,32	0,1039
mai/07 - semana 2	0,1011	39,56	-2,1813		mar/08 - semana 2	0,2402	37,46	-0,1602
mai/07 - semana 3	0,1477	47,40	-1,6491		mar/08 - semana 3	0,3341	35,91	1,1400
mai/07 - semana 4	0,1150	52,18	-2,2743		mar/08 - semana 4	0,1012	39,53	-2,1795
mai/07 - semana 5	0,0935	21,38	-1,6844		mar/08 - semana 5	0,5487	36,45	4,1339
jun/07 - semana 1	0,2141	9,34	-0,2638		abr/08 - semana 1	0,3227	27,89	0,8649
jun/07 - semana 2	0,2157	37,09	-0,5038		abr/08 - semana 2	0,3385	44,31	1,3338
jun/07 - semana 3	0,3150	44,44	0,9743		abr/08 - semana 3	0,3955	53,09	2,4170
jun/07 - semana 4	0,1717	40,77	-1,1756		abr/08 - semana 4	0,3080	48,70	0,9069
jun/07 - semana 5	0,5321	30,07	3,5447		abr/08 - semana 5	0,3897	17,96	1,3491
jul/07 - semana 1	0,1780	28,08	-0,8984		mai/08 - semana 1	0,5200	11,54	2,1011
jul/07 - semana 2	0,1614	37,17	-1,2674		mai/08 - semana 2	0,3928	45,82	2,2033
jul/07 - semana 3	0,2694	44,55	0,2736		mai/08 - semana 3	0,3096	54,90	0,9908
jul/07 - semana 4	0,0204	49,04	-3,7311		mai/08 - semana 4	0,2813	60,44	0,5316
jul/07 - semana 5	0,0995	10,05	-1,1107		mai/08 - semana 5	0,4307	37,15	2,5156
ago/07 - semana 1	0,1704	11,74	-0,6415		jun/08 - semana 1	0,2971	30,30	0,5768
ago/07 - semana 2	0,2145	23,31	-0,4128		jun/08 - semana 2	0,3740	40,10	1,7869
ago/07 - semana 3	0,0358	27,93	-2,6283		jun/08 - semana 3	0,3746	40,04	1,7935
ago/07 - semana 4	0,1301	30,75	-1,5527		jun/08 - semana 4	0,2836	35,26	0,4375
ago/07 - semana 5	0,0000	15,75	-2,3010		jun/08 - semana 5	0,7382	5,42	2,6102
set/07 - semana 1	0,0000	4,37	-1,2118		jul/08 - semana 1	0,1624	30,79	-1,1408
set/07 - semana 2	0,6572	28,91	5,0256		jul/08 - semana 2	0,0613	48,91	-3,0664
set/07 - semana 3	0,1443	41,57	-1,5940		jul/08 - semana 3	0,3583	58,61	1,8827
set/07 - semana 4	0,0656	45,76	-2,9004		jul/08 - semana 4	0,2945	64,51	0,7942
set/07 - semana 5	0,0853	23,44	-1,8552		jul/08 - semana 5	0,9457	26,44	8,2240
out/07 - semana 1	0,3414	23,43	1,0017					
out/07 - semana 2	0,3385	20,68	0,9107					
out/07 - semana 3	0,1614	37,17	-1,2670					
out/07 - semana 4	0,2200	40,92	-0,4664					
out/07 - semana 5	0,3976	12,57	1,1933					

2º) Excluiu-se: semanas 1 e 2 de fev/07; semana 5 de jun/07; semana 4 de jul/07; semana 2 de set/07; semana 5 de mar/08; semana 5 de jul/08:

	<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i>		<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>
jan/07 - semana 1	0,0718	41,81	-2,3366	0,2219	nov/07 - semana 1	0,1478	6,77	-0,4643
jan/07 - semana 2	0,1084	55,34	-2,0320		nov/07 - semana 2	0,1488	26,88	-0,9118
jan/07 - semana 3	0,0942	53,05	-2,2379		nov/07 - semana 3	0,4471	26,84	2,8079
jan/07 - semana 4	0,1507	73,00	-1,4647		nov/07 - semana 4	0,0846	35,45	-1,9672
jan/07 - semana 5	0,4086	26,92	2,3309		nov/07 - semana 5	0,0000	14,53	-2,0355
fev/07 - semana 3	0,2742	32,83	0,7205		dez/07 - semana 1	0,0000	3,31	-0,9720
fev/07 - semana 4	0,2306	21,68	0,0975		dez/07 - semana 2	0,1140	26,31	-1,3317
fev/07 - semana 5	0,3752	13,33	1,3466		dez/07 - semana 3	0,0952	31,53	-1,7127
mar/07 - semana 1	0,3365	14,86	1,0630		dez/07 - semana 4	0,1153	34,70	-1,5120
mar/07 - semana 2	0,2034	39,34	-0,2798		dez/07 - semana 5	0,1875	10,67	-0,2703
mar/07 - semana 3	0,1018	39,28	-1,8112		jan/08 - semana 1	0,4227	23,66	2,3498
mar/07 - semana 4	0,0578	34,59	-2,3226		jan/08 - semana 2	0,4087	39,15	2,8125
mar/07 - semana 5	0,2508	31,89	0,3932		jan/08 - semana 3	0,3198	56,29	1,7665
abr/07 - semana 1	0,0363	27,53	-2,3436		jan/08 - semana 4	0,2743	61,97	0,9931
abr/07 - semana 2	0,1372	43,73	-1,3483		jan/08 - semana 5	0,2757	25,39	0,6519
abr/07 - semana 3	0,2061	43,67	-0,2518		fev/08 - semana 1	0,0000	5,21	-1,2190
abr/07 - semana 4	0,2427	57,69	0,3796		fev/08 - semana 2	0,1450	27,59	-0,9722
abr/07 - semana 5	0,0000	5,91	-1,2983		fev/08 - semana 3	0,3429	49,58	2,0493
mai/07 - semana 1	0,2008	14,94	-0,1968		fev/08 - semana 4	0,3298	54,58	1,9177
mai/07 - semana 2	0,1011	39,56	-1,8286		mar/08 - semana 1	0,2650	11,32	0,3489
mai/07 - semana 3	0,1477	47,40	-1,2303		mar/08 - semana 2	0,2402	37,46	0,2699
mai/07 - semana 4	0,1150	52,18	-1,8590		mar/08 - semana 3	0,3341	35,91	1,6185
mai/07 - semana 5	0,0935	21,38	-1,4287		mar/08 - semana 4	0,1012	39,53	-1,8268
jun/07 - semana 1	0,2141	9,34	-0,0572		abr/08 - semana 1	0,3227	27,89	1,2804
jun/07 - semana 2	0,2157	37,09	-0,0911		abr/08 - semana 2	0,3385	44,31	1,8683
jun/07 - semana 3	0,3150	44,44	1,4936		abr/08 - semana 3	0,3955	53,09	3,0445
jun/07 - semana 4	0,1717	40,77	-0,7716		abr/08 - semana 4	0,3080	48,70	1,4456
jul/07 - semana 1	0,1780	28,08	-0,5596		abr/08 - semana 5	0,3897	17,96	1,7115
jul/07 - semana 2	0,1614	37,17	-0,8879		mai/08 - semana 1	0,5200	11,54	2,4368
jul/07 - semana 3	0,2694	44,55	0,7625		mai/08 - semana 2	0,3928	45,82	2,7844
jul/07 - semana 5	0,0995	10,05	-0,9335		mai/08 - semana 3	0,3096	54,90	1,5640
ago/07 - semana 1	0,1704	11,74	-0,4251		mai/08 - semana 4	0,2813	60,44	1,1105
ago/07 - semana 2	0,2145	23,31	-0,0862		mai/08 - semana 5	0,4307	37,15	3,0624
ago/07 - semana 3	0,0358	27,93	-2,3672		jun/08 - semana 1	0,2971	30,30	0,9955
ago/07 - semana 4	0,1301	30,75	-1,2253		jun/08 - semana 2	0,3740	40,10	2,3184
ago/07 - semana 5	0,0000	15,75	-2,1194		jun/08 - semana 3	0,3746	40,04	2,3249
set/07 - semana 1	0,0000	4,37	-1,1162		jun/08 - semana 4	0,2836	35,26	0,8811
set/07 - semana 3	0,1443	41,57	-1,2040		jun/08 - semana 5	0,7382	5,42	2,8920
set/07 - semana 4	0,0656	45,76	-2,5456		jul/08 - semana 1	0,1624	30,79	-0,7950
set/07 - semana 5	0,0853	23,44	-1,5915		jul/08 - semana 2	0,0613	48,91	-2,7026
out/07 - semana 1	0,3414	23,43	1,3918		jul/08 - semana 3	0,3583	58,61	2,5129
out/07 - semana 2	0,3385	20,68	1,2759		jul/08 - semana 4	0,2945	64,51	1,4031
out/07 - semana 3	0,1614	37,17	-0,8876					
out/07 - semana 4	0,2200	40,92	-0,0301					
out/07 - semana 5	0,3976	12,57	1,4995					

3º) Excluiu-se: semana 3 de abr/08; semana 5 de mai/08:

	<i>pi</i> ^A	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i>		<i>pi</i> ^A	<i>ni</i>	<i>Zi</i>
jan/07 - semana 1	0,0718	41,8087	-2,2833	0,2174	nov/07 - semana 1	0,1478	6,7677	-0,4393
jan/07 - semana 2	0,1084	55,3423	-1,9659		nov/07 - semana 2	0,1488	26,8753	-0,8619
jan/07 - semana 3	0,0942	53,0527	-2,1750		nov/07 - semana 3	0,4471	26,8369	2,8851
jan/07 - semana 4	0,1507	73,0003	-1,3823		nov/07 - semana 4	0,0846	35,4503	-1,9168
jan/07 - semana 5	0,4086	26,9217	2,4047		nov/07 - semana 5	0,0000	14,5263	-2,0089
fev/07 - semana 3	0,2742	32,8264	0,7883		dez/07 - semana 1	0,0000	3,3125	-0,9593
fev/07 - semana 4	0,2306	21,6811	0,1490		dez/07 - semana 2	0,1140	26,3089	-1,2856
fev/07 - semana 5	0,3752	13,3262	1,3964		dez/07 - semana 3	0,0952	31,5256	-1,6642
mar/07 - semana 1	0,3365	14,8582	1,1129		dez/07 - semana 4	0,1153	34,7032	-1,4589
mar/07 - semana 2	0,2034	39,3356	-0,2135		dez/07 - semana 5	0,1875	10,6651	-0,2367
mar/07 - semana 3	0,1018	39,2794	-1,7562		jan/08 - semana 1	0,4227	23,6599	2,4202
mar/07 - semana 4	0,0578	34,5909	-2,2756		jan/08 - semana 2	0,4087	39,1483	2,9015
mar/07 - semana 5	0,2508	31,8919	0,4577		jan/08 - semana 3	0,3198	56,2930	1,8614
abr/07 - semana 1	0,0363	27,5322	-2,3037		jan/08 - semana 4	0,2743	61,9671	1,0863
abr/07 - semana 2	0,1372	43,7334	-1,2862		jan/08 - semana 5	0,2757	25,3920	0,7117
abr/07 - semana 3	0,2061	43,6709	-0,1815		fev/08 - semana 1	0,0000	5,2100	-1,2031
abr/07 - semana 4	0,2427	57,6873	0,4653		fev/08 - semana 2	0,1450	27,5860	-0,9221
abr/07 - semana 5	0,0000	5,9096	-1,2813		fev/08 - semana 3	0,3429	49,5839	2,1413
mai/07 - semana 1	0,2008	14,9431	-0,1561		fev/08 - semana 4	0,3298	54,5817	2,0125
mai/07 - semana 2	0,1011	39,5604	-1,7735		mar/08 - semana 1	0,2650	11,3205	0,3882
mai/07 - semana 3	0,1477	47,4047	-1,1643		mar/08 - semana 2	0,2402	37,4625	0,3386
mai/07 - semana 4	0,1150	52,1828	-1,7940		mar/08 - semana 3	0,3341	35,9126	1,6958
mai/07 - semana 5	0,0935	21,3827	-1,3888		mar/08 - semana 4	0,1012	39,5324	-1,7718
jun/07 - semana 1	0,2141	9,3394	-0,0242		abr/08 - semana 1	0,3227	27,8931	1,3475
jun/07 - semana 2	0,2157	37,0879	-0,0253		abr/08 - semana 2	0,3385	44,3066	1,9547
jun/07 - semana 3	0,3150	44,4419	1,5774		abr/08 - semana 4	0,3080	48,7028	1,5323
jun/07 - semana 4	0,1717	40,7678	-0,7076		abr/08 - semana 5	0,3897	17,9611	1,7704
jul/07 - semana 1	0,1780	28,0836	-0,5059		mai/08 - semana 1	0,5200	11,5382	2,4918
jul/07 - semana 2	0,1614	37,1743	-0,8280		mai/08 - semana 2	0,3928	45,8195	2,8788
jul/07 - semana 3	0,2694	44,5455	0,8409		mai/08 - semana 3	0,3096	54,9049	1,6564
jul/07 - semana 5	0,0995	10,0465	-0,9058		mai/08 - semana 4	0,2813	60,4390	1,2035
ago/07 - semana 1	0,1704	11,7398	-0,3909		jun/08 - semana 1	0,2971	30,2952	1,0629
ago/07 - semana 2	0,2145	23,3100	-0,0342		jun/08 - semana 2	0,3740	40,1019	2,4046
ago/07 - semana 3	0,0358	27,9320	-2,3270		jun/08 - semana 3	0,3746	40,0446	2,4111
ago/07 - semana 4	0,1301	30,7475	-1,1739		jun/08 - semana 4	0,2836	35,2647	0,9523
ago/07 - semana 5	0,0000	15,7491	-2,0918		jun/08 - semana 5	0,7382	5,4189	2,9388
set/07 - semana 1	0,0000	4,3682	-1,1016		jul/08 - semana 1	0,1624	30,7907	-0,7403
set/07 - semana 3	0,1443	41,5728	-1,1425		jul/08 - semana 2	0,0613	48,9094	-2,6463
set/07 - semana 4	0,0656	45,7631	-2,4906		jul/08 - semana 3	0,3583	58,6074	2,6150
set/07 - semana 5	0,0853	23,4402	-1,5504		jul/08 - semana 4	0,2945	64,5148	1,5011
out/07 - semana 1	0,3414	23,4335	1,4549					
out/07 - semana 2	0,3385	20,6793	1,3349					
out/07 - semana 3	0,1614	37,1696	-0,8276					
out/07 - semana 4	0,2200	40,9161	0,0394					
out/07 - semana 5	0,3976	12,5745	1,5492					

APÊNDICE E

Cálculos para a construção do gráfico Z de controle para o período de 2007

1º) Considerou-se todos os pontos:

	$\pi^{\wedge}$	ni	Zi	$p\text{-barra}$		$\pi^{\wedge}$	ni	Zi
jan/07 - semana 1	0,0718	41,81	-1,9980	0,1939	jul/07 - semana 1	0,1780	28,08	-0,2130
jan/07 - semana 2	0,1084	55,34	-1,6090		jul/07 - semana 2	0,1614	37,17	-0,5016
jan/07 - semana 3	0,0942	53,05	-1,8364		jul/07 - semana 3	0,2694	44,55	1,2738
jan/07 - semana 4	0,1507	73,00	-0,9345		jul/07 - semana 4	0,0204	49,04	-3,0735
jan/07 - semana 5	0,4086	26,92	2,8171		jul/07 - semana 5	0,0995	10,05	-0,7567
fev/07 - semana 1	0,7248	12,42	4,7314		ago/07 - semana 1	0,1704	11,74	-0,2042
fev/07 - semana 2	0,4867	32,87	4,2459		ago/07 - semana 2	0,2145	23,31	0,2512
fev/07 - semana 3	0,2742	32,83	1,1628		ago/07 - semana 3	0,0358	27,93	-2,1137
fev/07 - semana 4	0,2306	21,68	0,4321		ago/07 - semana 4	0,1301	30,75	-0,8953
fev/07 - semana 5	0,3752	13,33	1,6737		ago/07 - semana 5	0,0000	15,75	-1,9465
mar/07 - semana 1	0,3365	14,86	1,3901		set/07 - semana 1	0,0000	4,37	-1,0252
mar/07 - semana 2	0,2034	39,34	0,1499		set/07 - semana 2	0,6572	28,91	6,3001
mar/07 - semana 3	0,1018	39,28	-1,4599		set/07 - semana 3	0,1443	41,57	-0,8089
mar/07 - semana 4	0,0578	34,59	-2,0247		set/07 - semana 4	0,0656	45,76	-2,1965
mar/07 - semana 5	0,2508	31,89	0,8130		set/07 - semana 5	0,0853	23,44	-1,3299
abr/07 - semana 1	0,0363	27,53	-2,0917		out/07 - semana 1	0,3414	23,43	1,8055
abr/07 - semana 2	0,1372	43,73	-0,9490		out/07 - semana 2	0,3385	20,68	1,6628
abr/07 - semana 3	0,2061	43,67	0,2032		out/07 - semana 3	0,1614	37,17	-0,5013
abr/07 - semana 4	0,2427	57,69	0,9367		out/07 - semana 4	0,2200	40,92	0,4212
abr/07 - semana 5	0,0000	5,91	-1,1924		out/07 - semana 5	0,3976	12,57	1,8270
mai/07 - semana 1	0,2008	14,94	0,0668		nov/07 - semana 1	0,1478	6,77	-0,3038
mai/07 - semana 2	0,1011	39,56	-1,4766		nov/07 - semana 2	0,1488	26,88	-0,5913
mai/07 - semana 3	0,1477	47,40	-0,8057		nov/07 - semana 3	0,4471	26,84	3,3178
mai/07 - semana 4	0,1150	52,18	-1,4425		nov/07 - semana 4	0,0846	35,45	-1,6460
mai/07 - semana 5	0,0935	21,38	-1,1742		nov/07 - semana 5	0,0000	14,53	-1,8694
jun/07 - semana 1	0,2141	9,34	0,1563		dez/07 - semana 1	0,0000	3,31	-0,8927
jun/07 - semana 2	0,2157	37,09	0,3354		dez/07 - semana 2	0,1140	26,31	-1,0365
jun/07 - semana 3	0,3150	44,44	2,0417		dez/07 - semana 3	0,0952	31,53	-1,4026
jun/07 - semana 4	0,1717	40,77	-0,3589		dez/07 - semana 4	0,1153	34,70	-1,1721
jun/07 - semana 5	0,5321	30,07	4,6902		dez/07 - semana 5	0,1875	10,67	-0,0529

2º) Excluiu-se: semanas 1 e 2 de fev/07; semana 5 de jun/07; semana 4 de jul/07; semana 2 de set/07; semana 3 de nov/07:

	<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i> 0,1624		<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>
jan/07 - semana 1	0,0718	41,81	-1,5886		ago/07 - semana 1	0,1704	11,74	0,0743
jan/07 - semana 2	0,1084	55,34	-1,0882		ago/07 - semana 2	0,2145	23,31	0,6826
jan/07 - semana 3	0,0942	53,05	-1,3453		ago/07 - semana 3	0,0358	27,93	-1,8137
jan/07 - semana 4	0,1507	73,00	-0,2705		ago/07 - semana 4	0,1301	30,75	-0,4852
jan/07 - semana 5	0,4086	26,92	3,4644		ago/07 - semana 5	0,0000	15,75	-1,7472
fev/07 - semana 3	0,2742	32,83	1,7371		set/07 - semana 1	0,0000	4,37	-0,9202
fev/07 - semana 4	0,2306	21,68	0,8618		set/07 - semana 3	0,1443	41,57	-0,3153
fev/07 - semana 5	0,3752	13,33	2,1069		set/07 - semana 4	0,0656	45,76	-1,7758
mar/07 - semana 1	0,3365	14,86	1,8203		set/07 - semana 5	0,0853	23,44	-1,0114
mar/07 - semana 2	0,2034	39,34	0,6976		out/07 - semana 1	0,3414	23,43	2,3501
mar/07 - semana 3	0,1018	39,28	-1,0286		out/07 - semana 2	0,3385	20,68	2,1720
mar/07 - semana 4	0,0578	34,59	-1,6672		out/07 - semana 3	0,1614	37,17	-0,0155
mar/07 - semana 5	0,2508	31,89	1,3551		out/07 - semana 4	0,2200	40,92	0,9991
abr/07 - semana 1	0,0363	27,53	-1,7933		out/07 - semana 5	0,3976	12,57	2,2623
abr/07 - semana 2	0,1372	43,73	-0,4513		nov/07 - semana 1	0,1478	6,77	-0,1030
abr/07 - semana 3	0,2061	43,67	0,7836		nov/07 - semana 2	0,1488	26,88	-0,1901
abr/07 - semana 4	0,2427	57,69	1,6544		nov/07 - semana 4	0,0846	35,45	-1,2550
abr/07 - semana 5	0,0000	5,91	-1,0703		nov/07 - semana 5	0,0000	14,53	-1,6780
mai/07 - semana 1	0,2008	14,94	0,4025		dez/07 - semana 1	0,0000	3,31	-0,8013
mai/07 - semana 2	0,1011	39,56	-1,0446		dez/07 - semana 2	0,1140	26,31	-0,6722
mai/07 - semana 3	0,1477	47,40	-0,2744		dez/07 - semana 3	0,0952	31,53	-1,0231
mai/07 - semana 4	0,1150	52,18	-0,9281		dez/07 - semana 4	0,1153	34,70	-0,7523
mai/07 - semana 5	0,0935	21,38	-0,8630		dez/07 - semana 5	0,1875	10,67	0,2229
jun/07 - semana 1	0,2141	9,34	0,4291					
jun/07 - semana 2	0,2157	37,09	0,8809					
jun/07 - semana 3	0,3150	44,44	2,7596					
jun/07 - semana 4	0,1717	40,77	0,1618					
jul/07 - semana 1	0,1780	28,08	0,2253					
jul/07 - semana 2	0,1614	37,17	-0,0158					
jul/07 - semana 3	0,2694	44,55	1,9370					
jul/07 - semana 5	0,0995	10,05	-0,5400					

3º) Excluiu-se: semana 5 de jan/07:

	<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i>		<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>
jan/07 - semana 1	0,0718	41,81	-1,5250	0,1577	ago/07 - semana 1	0,1704	11,74	0,1189
jan/07 - semana 2	0,1084	55,34	-1,0062		ago/07 - semana 2	0,2145	23,31	0,7522
jan/07 - semana 3	0,0942	53,05	-1,2684		ago/07 - semana 3	0,0358	27,93	-1,7678
jan/07 - semana 4	0,1507	73,00	-0,1648		ago/07 - semana 4	0,1301	30,75	-0,4202
fev/07 - semana 3	0,2742	32,83	1,8307		ago/07 - semana 5	0,0000	15,75	-1,7172
fev/07 - semana 4	0,2306	21,68	0,9314		set/07 - semana 1	0,0000	4,37	-0,9044
fev/07 - semana 5	0,3752	13,33	2,1783		set/07 - semana 3	0,1443	41,57	-0,2369
mar/07 - semana 1	0,3365	14,86	1,8910		set/07 - semana 4	0,0656	45,76	-1,7105
mar/07 - semana 2	0,2034	39,34	0,7858		set/07 - semana 5	0,0853	23,44	-0,9616
mar/07 - semana 3	0,1018	39,28	-0,9609		out/07 - semana 1	0,3414	23,43	2,4396
mar/07 - semana 4	0,0578	34,59	-1,6120		out/07 - semana 2	0,3385	20,68	2,2557
mar/07 - semana 5	0,2508	31,89	1,4431		out/07 - semana 3	0,1614	37,17	0,0620
abr/07 - semana 1	0,0363	27,53	-1,7476		out/07 - semana 4	0,2200	40,92	1,0925
abr/07 - semana 2	0,1372	43,73	-0,3723		out/07 - semana 5	0,3976	12,57	2,3342
abr/07 - semana 3	0,2061	43,67	0,8771		nov/07 - semana 1	0,1478	6,77	-0,0710
abr/07 - semana 4	0,2427	57,69	1,7708		nov/07 - semana 2	0,1488	26,88	-0,1263
abr/07 - semana 5	0,0000	5,91	-1,0519		nov/07 - semana 4	0,0846	35,45	-1,1940
mai/07 - semana 1	0,2008	14,94	0,4566		nov/07 - semana 5	0,0000	14,53	-1,6492
mai/07 - semana 2	0,1011	39,56	-0,9768		dez/07 - semana 1	0,0000	3,31	-0,7876
mai/07 - semana 3	0,1477	47,40	-0,1898		dez/07 - semana 2	0,1140	26,31	-0,6148
mai/07 - semana 4	0,1150	52,18	-0,8470		dez/07 - semana 3	0,0952	31,53	-0,9636
mai/07 - semana 5	0,0935	21,38	-0,8143		dez/07 - semana 4	0,1153	34,70	-0,6861
jun/07 - semana 1	0,2141	9,34	0,4732		dez/07 - semana 5	0,1875	10,67	0,2671
jun/07 - semana 2	0,2157	37,09	0,9690					
jun/07 - semana 3	0,3150	44,44	2,8772					
jun/07 - semana 4	0,1717	40,77	0,2451					
jul/07 - semana 1	0,1780	28,08	0,2955					
jul/07 - semana 2	0,1614	37,17	0,0617					
jul/07 - semana 3	0,2694	44,55	2,0450					
jul/07 - semana 5	0,0995	10,05	-0,5059					

APÊNDICE F

Cálculos para a construção do gráfico Z de controle para o período de 2008

1º) Considerou-se todos os pontos:

	$pi^{\wedge}$	ni	Zi	$p\text{-barra}$
jan/08 - semana 1	0,4227	23,66	0,7360	0,3505
jan/08 - semana 2	0,4087	39,15	0,7637	
jan/08 - semana 3	0,3198	56,29	-0,4829	
jan/08 - semana 4	0,2743	61,97	-1,2560	
jan/08 - semana 5	0,2757	25,39	-0,7899	
fev/08 - semana 1	0,0000	5,21	-1,6766	
fev/08 - semana 2	0,1450	27,59	-2,2618	
fev/08 - semana 3	0,3429	49,58	-0,1123	
fev/08 - semana 4	0,3298	54,58	-0,3203	
fev/08 - semana 5	0,6796	27,96	3,6476	
mar/08 - semana 1	0,2650	11,32	-0,6027	
mar/08 - semana 2	0,2402	37,46	-1,4140	
mar/08 - semana 3	0,3341	35,91	-0,2050	
mar/08 - semana 4	0,1012	39,53	-3,2851	
mar/08 - semana 5	0,5487	36,45	2,5087	
abr/08 - semana 1	0,3227	27,89	-0,3078	
abr/08 - semana 2	0,3385	44,31	-0,1662	
abr/08 - semana 3	0,3955	53,09	0,6884	
abr/08 - semana 4	0,3080	48,70	-0,6213	
abr/08 - semana 5	0,3897	17,96	0,3488	
mai/08 - semana 1	0,5200	11,54	1,2071	
mai/08 - semana 2	0,3928	45,82	0,6013	
mai/08 - semana 3	0,3096	54,90	-0,6342	
mai/08 - semana 4	0,2813	60,44	-1,1274	
mai/08 - semana 5	0,4307	37,15	1,0250	
jun/08 - semana 1	0,2971	30,30	-0,6159	
jun/08 - semana 2	0,3740	40,10	0,3130	
jun/08 - semana 3	0,3746	40,04	0,3199	
jun/08 - semana 4	0,2836	35,26	-0,8326	
jun/08 - semana 5	0,7382	5,42	1,8916	
jul/08 - semana 1	0,1624	30,79	-2,1874	
jul/08 - semana 2	0,0613	48,91	-4,2380	
jul/08 - semana 3	0,3583	58,61	0,1260	
jul/08 - semana 4	0,2945	64,51	-0,9421	
jul/08 - semana 5	0,9457	26,44	6,4143	

2º) Excluiu-se: semana 5 de fev/08; semana 4 de mar/08; semanas 2 e 5 de jul/08:

	<i>pi</i> [^]	<i>ni</i>	<i>Zi</i>	<i>p-barra</i>
jan/08 - semana 1	0,4227	23,6599	0,8704	0,3380
jan/08 - semana 2	0,4087	39,1483	0,9350	
jan/08 - semana 3	0,3198	56,2930	-0,2896	
jan/08 - semana 4	0,2743	61,9671	-1,0597	
jan/08 - semana 5	0,2757	25,3920	-0,6641	
fev/08 - semana 1	0,0000	5,2100	-1,6310	
fev/08 - semana 2	0,1450	27,5860	-2,1431	
fev/08 - semana 3	0,3429	49,5839	0,0720	
fev/08 - semana 4	0,3298	54,5817	-0,1286	
mar/08 - semana 1	0,2650	11,3205	-0,5193	
mar/08 - semana 2	0,2402	37,4625	-1,2651	
mar/08 - semana 3	0,3341	35,9126	-0,0490	
mar/08 - semana 5	0,5487	36,4479	2,6893	
abr/08 -semana 1	0,3227	27,8931	-0,1714	
abr/08 -semana 2	0,3385	44,3066	0,0075	
abr/08 -semana 3	0,3955	53,0920	0,8861	
abr/08 -semana 4	0,3080	48,7028	-0,4430	
abr/08 -semana 5	0,3897	17,9611	0,4633	
mai/08 - semana 1	0,5200	11,5382	1,3069	
mai/08 - semana 2	0,3928	45,8195	0,7846	
mai/08 - semana 3	0,3096	54,9049	-0,4447	
mai/08 - semana 4	0,2813	60,4390	-0,9325	
mai/08 - semana 5	0,4307	37,1488	1,1942	
jun/08 - semana 1	0,2971	30,2952	-0,4764	
jun/08 - semana 2	0,3740	40,1019	0,4824	
jun/08 - semana 3	0,3746	40,0446	0,4892	
jun/08 - semana 4	0,2836	35,2647	-0,6835	
jun/08 - semana 5	0,7382	5,4189	1,9692	
jul/08 - semana 1	0,1624	30,7907	-2,0602	
jul/08 - semana 3	0,3583	58,6074	0,3286	
jul/08 - semana 4	0,2945	64,5148	-0,7388	

APÊNDICE G

Cálculos para a construção do gráfico Z de controle para o segundo trimestre de 2008

	$\hat{p}_i$	n_i	Z_i	$\bar{p}$
abr/08 -semana 1	0,3227	27,8931	-0,6635	0,3838
abr/08 -semana 2	0,3385	44,3066	-0,6188	
abr/08 -semana 3	0,3955	53,0920	0,1765	
abr/08 -semana 4	0,3080	48,7028	-1,0873	
abr/08 -semana 5	0,3897	17,9611	0,0521	
mai/08 - semana 1	0,5200	11,5382	0,9517	
mai/08 - semana 2	0,3928	45,8195	0,1265	
mai/08 - semana 3	0,3096	54,9049	-1,1295	
mai/08 - semana 4	0,2813	60,4390	-1,6383	
mai/08 - semana 5	0,4307	37,1488	0,5883	
jun/08 - semana 1	0,2971	30,2952	-0,9811	
jun/08 - semana 2	0,3740	40,1019	-0,1265	
jun/08 - semana 3	0,3746	40,0446	-0,1194	
jun/08 - semana 4	0,2836	35,2647	-1,2234	
jun/08 - semana 5	0,7382	5,4189	1,6965	

ANEXO 1

Fatores para controle de variáveis

<i>n</i>	<i>d</i>₂	<i>d</i>₃
2	1,128	0,853
3	1,693	0,888
4	2,059	0,880
5	2,326	0,864
6	2,534	0,848
7	2,704	0,833
8	2,847	0,820
9	2,970	0,808
10	3,078	0,797
11	3,173	0,787
12	3,258	0,778
13	3,336	0,770
14	3,407	0,763
15	3,472	0,756
16	3,532	0,750
17	3,588	0,744
18	3,640	0,739
19	3,689	0,734
20	3,735	0,729
21	3,778	0,724
22	3,819	0,720
23	3,858	0,716
24	3,895	0,712
25	3,931	0,708

Fonte: Siqueira (1997)