



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

Marckis Lyandro Farias de Lima

Aplicação de técnicas de controle de qualidade em dados de atendimento de telemarketing

Campina Grande - PB

Agosto de 2018

Marckis Lyandro Farias de Lima

Aplicação de técnicas de controle de qualidade em dados de atendimento de telemarketing

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Estatística do Departamento de Estatística do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Esteves

Campina Grande - PB

Agosto de 2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Marckis Lyandro Farias de.
Aplicação de técnicas de controle de qualidade em dados de atendimento de telemarketing [manuscrito] / Marckis Lyandro Farias de Lima. - 2018.
26 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Gustavo Henrique Esteves ,
Coordenação do Curso de Estatística - CCT."
1. Comunicação organizacional. 2. Controle estatístico da qualidade. 3. Variabilidade. 4. Telemarketing. I. Título
21. ed. CDD 658.562

Marckis Lyandro Farias de Lima

Aplicação de técnicas de controle de qualidade em dados da atendimento de telemarketing

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Estatística do Departamento de Estatística do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de bacharel em Estatística.

Trabalho aprovado em 10 de agosto de 2018.

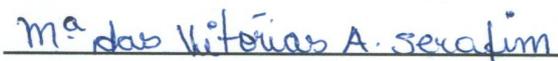
BANCA EXAMINADORA



Gustavo Henrique Esteves
Universidade Estadual da Paraíba



Sílvio Fernando Alves Xavier Júnior
Universidade Estadual da Paraíba



Maria das Vitórias Alexandre Serafim
Universidade Estadual da Paraíba

Dedico esse trabalho a minha mãe que sempre me incentivou a estudar, que sempre enxergou o melhor de mim e que nunca deixou de acreditar na minha capacidade mesmo quando eu duvidei do meu potencial.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a alcançar cada objetivo almejado, em segundo lugar a minha família, meus pais, minha avó e meu irmão que sempre presenciaram cada conquista pessoal e acadêmica.

Aos meus professores que compartilharam seus conhecimentos ao longo dessa jornada, principalmente ao professor Gustavo pela oportunidade, embasamento, confiança e paciência na elaboração deste trabalho. Aos meus amigos que durante toda a vida acadêmica estiveram ao meu lado me apoiando direta e indiretamente; em especial a Palloma, Pamella, Kennedy, Sandro e Lizanka.

*“O maior risco é não correr riscos... em um mundo
que muda rapidamente a única forma garantida de falhar é não correr riscos.”
(Mark Zuckerberg)*

Resumo

Controle de qualidade consiste em basicamente corresponder positivamente as expectativas, seja as expectativas da empresa, clientes, consumidores, acionistas, funcionários, fornecedores ou até mesmo da sociedade, como um todo. Buscando sempre a diminuição da variabilidade e alcance de metas, esse tipo de análise nos permite realizar procedimentos, políticas e ações para tornar o processo sobre controle. Este trabalho expõe a execução da análise de controle de qualidade, com auxílio da ferramenta computacional R, aplicada em um banco de dados real. Para tal análise, utilizou-se um banco de dados de 26 observações de duas variáveis relativas ao atendimento de um funcionário de uma empresa de *telemarketing* durante todo o mês de março de 2018, no qual se refere a informações diárias, tendo como um dos objetivos avaliar o uso deste tipo de abordagem através do *software* R, para ambas as variáveis estudadas.

Palavras-chaves: Programa R. Controle Estatístico da Qualidade. Variabilidade.

Abstract

Quality control consists of basically responding positively to expectations, be it the expectations of the company, customers, consumers, shareholders, employees, suppliers or even society as a whole. Always seeking the reduction of variability and achievement of goals, this type of analysis allows us to carry out procedures, policies and actions to make the process on control. This work exposes the execution of the quality control analysis, with the aid of the computational tool R, applied in a real database. For this analysis, a database of 26 observations of two variables relating to the attendance of an employee of a telemarketing company during the whole month of March 2018 was used, in which it refers to daily information, having as one of the objectives evaluate the use of this type of approach through software R, for both variables studied.

Keywords: R software. Statistical Quality Control. Variability.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Esquema de um gráfico de controle.	16
Figura 2 – Diagrama de dispersão entre a quantidade de ligações <i>vs</i> tempo médio de atendimento (segundos).	18
Figura 3 – Gráfico de dispersão para cada variável estudada em função dos dias observados.	19
Figura 4 – <i>Boxplots</i> das variáveis estudadas.	20
Figura 5 – Histograma das variáveis estudadas.	20
Figura 6 – Gráfico de controle para a média da variável tempo médio de ligações.	21
Figura 7 – Gráfico de controle para a média da variável quantidade de ligações.	21
Figura 8 – Gráfico de controle para a amplitude móvel da variável tempo médio de ligações.	22
Figura 9 – Gráfico de controle para a amplitude móvel da variável quantidade de ligações.	22

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Marco Histórico	12
2.2	Métodos Estatísticos	13
2.2.1	Histograma	13
2.2.2	Resumo Numérico	14
2.2.3	Gráfico de Caixa (<i>Boxplot</i>)	15
2.2.4	Diagrama de Dispersão	15
2.2.5	Gráfico de Controle	15
3	METODOLOGIA	17
4	APLICAÇÃO	18
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24
	APÊNDICE A – ROTINA UTILIZADA NA ANÁLISE DOS DA- DOS NO <i>SOFTWARE R</i>	25

1 Introdução

De maneira geral o consumidor tem ficado mais crítico no que diz respeito a qualidade, e as empresas também buscam cada vez mais atingir as expectativas do seu público buscando trazer qualidade e satisfação, criando assim uma relação direta entre o cliente e a empresa. Esse tipo de relacionamento ocorre de diversas formas até mesmo à distância, seja por ligações telefônicas, *site*, *e-mail*, aplicativos, etc.

O objetivo desses pontos de atendimento é exatamente atender todas as necessidades do consumidor, oferecendo o suporte que o cliente necessitar, de forma especializada. Para tornar o serviço eficiente, é preciso vários profissionais devidamente treinados para atender com excelência todos os clientes.

A melhoria na qualidade é um dos muitos objetivos de instituições, porém fornecer um produto para os consumidores que tenha características de qualidade, pode ser considerado difícil ou até mesmo caro. Isso ocorre em decorrência da variabilidade da produção, que pode ser descrita em termos estatísticos. Métodos usados para controle desta variabilidade desempenham papel central nessa questão de melhoria da qualidade.

Atualmente controle de qualidade é uma área da estatística que é frequentemente utilizada por diversas organizações de diferentes tipos em todo o mundo para medir o grau de adequação, em relação a certas medidas de qualidade, do produto e/ou serviço para o seu uso final.

David A. Garvin, desenvolveu trabalhos interessantes na área de controle de qualidade, como por exemplo Garvin (1984), e em 1987, publicou na Harvard Business Review o artigo “Competindo nas oito dimensões da qualidade”, onde segundo o autor estas oito dimensões da qualidade são (GARVIN, 1987):

1. Desempenho: trata dos atributos básicos de um produto, seu funcionamento.
2. Características: compreende aspectos secundários, complementares ao essencial.
3. Conformidade: reflete o grau em que as características do produto atendem padrões formais.
4. Confiabilidade: trata da probabilidade de mau funcionamento do produto.
5. Durabilidade: expressa a vida útil de um produto.
6. Atendimento: compreende os fatores que podem afetar a percepção do cliente.
7. Estética: é a aparência de um produto, o sentimento ou sensação que ele provoca.

8. Qualidade Percebida: é a transferência da “reputação” do fornecedor ao produto.

As características da qualidade são geralmente avaliadas em relação a especificações. Para um produto, tais especificações são as medidas desejadas para o aspecto de qualidade, bem como os valores desejados para as propriedades da qualidade no produto final.

Sabendo da importância deste tipo de estudo, neste trabalho foram coletados dados sobre o atendimento telefônico de um funcionário de uma empresa de *telemarketing* durante o mês de março de 2018, observando 26 dias de atendimento ao cliente. No intuito de verificar a qualidade do atendimento em virtude de seu desempenho, foram observados seu tempo médio de atendimento por ligação (em segundos) e o número de ligações recebidas por dia.

Para tal estudo esse banco de dados foi analisado utilizando-se ferramentas estatísticas, ou seja, aplicação de um conjunto de técnicas úteis para tomada de decisão sobre um processo ou população com base na análise de informações contida em uma amostra dessa população. Métodos estatísticos desempenham papel fundamental na melhoria da qualidade, fornecendo os meios pelos quais produtos são sorteados, testados e avaliados de modo que as informações contida nesses dados são utilizadas para controlar e melhorar o processo de produção.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo aplicar o método de controle estatístico de qualidade no banco de dados obtido afim de obter resultados úteis e confiáveis. Além de analisar o desempenho do operador em cada variável e avaliar a utilização do *software* R (R Core Team, 2018) em trabalhos de controle estatístico de qualidade.

Por fim, este texto foi dividido em capítulos onde no primeiro tem-se esta introdução, no segundo o referencial teórico seguido da metodologia e aplicação nos dois capítulos seguintes, finalizando com as conclusões no quinto capítulo e a lista de referências bibliográficas.

2 Fundamentação Teórica

Controle de qualidade consiste basicamente em corresponder positivamente as expectativas e necessidades de um público, com a identificação de erros em potencial e suas possíveis causas para tratamento de eventuais problemas. Sendo a base das ferramentas da qualidade, o controle de qualidade, utiliza procedimentos, políticas e ações, para tornar o processo sobre controle.

2.1 Marco Histórico

Geralmente se descreve que controle é uma maneira utilizada para manter um determinado fenômeno de acordo com o que foi programado. E os produtos resultantes de determinado processo tem características que podem ou não estarem dentro do planejado, o que é definido por qualidade.

O controle estatístico da qualidade pode ser compreendido pela junção das palavras acima, utilizando a estatística como forma de análise para a medida da qualidade.

Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) é um dos ramos do Controle da Qualidade, tendo como principal ideia do Controle Estatístico da Qualidade é que processos que apresentam uma menor variabilidade são capazes de atingir melhores níveis de qualidade. O CEQ também pode ser considerado uma área da Estatística Industrial, focada em inspecionar, planejar os experimentos e estudar a capacidade do processo.

Esse processo trás uma série de atividades que recebe um insumo, agrega-lhe valor e produz um produto ou uma saída. Neste mesmo sentido, Gonçalves (2000) afirma que

Não existe um produto ou um serviço oferecido em uma empresa sem um processo empresarial. Da mesma forma, não faz sentido existir um processo empresarial que não ofereça um produto ou um serviço.

Além disso, operações produtivas diferentes, mesmo aquelas dentro da mesma operação, podem adotar diferentes tipos de processos. As diferenças são explicadas pelas diferentes posições volume-variedade das operações. A abordagem para designar e administrar processos é denominada tipo de processos.

A “Análise e Modelagem de Processos” também é conhecida por “Mapeamento de Processos” e refere-se ao levantamento, identificação e descrição dos processos.

2.2 Métodos Estatísticos

Controle de qualidade é um método estatístico para analisar um determinado processo, afim de verificar se o mesmo está sob controle. Buscando a melhoria do processo, detectando possíveis erros e adotando medidas para diminuir a variabilidade. As técnicas de análise da qualidade já passaram por várias alterações durante o seu processo criativo, a sociedade vem estudando como melhorar desde então.

Juran (1983) aborda a qualidade como adequação ao uso, quando o produto corresponde às necessidades dos usuários e também quando há inexistência de deficiências e qualidade como uma revolução contínua. O mesmo autor também tem outros trabalhos interessantes sobre o assunto (JURAN, 1992; JURAN, 1993).

A manutenção da qualidade em organizações de serviços precisa da administração de suas operações e da qualidade pretendida, para garantir que as necessidades dos usuários sejam conhecidas, captadas e aplicadas tendo embasamento em suas determinações, envolvendo todos os processos para o fornecimento do serviço. Segundo Slack et al. (1997):

qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores, significando, de modo geral, o entendimento dos interesses e das necessidades dos usuários.

Dessa forma podemos entender que o valor agregado ao serviço está diretamente relacionado as necessidades atendidas sobre as expectativas dos clientes, ou seja, sob o ponto de vista do cliente, a qualidade é o que ele percebe ser o produto. Sendo necessário compreender de que forma o cliente percebe e avalia a qualidade dos serviços, pois é exatamente isso que vai determinar se um produto tem qualidade ou não.

Definição 2.1 (Controle Estatístico de Processos). O Controle Estatístico de Processos (CEP) envolve basicamente o desenvolvimento e interpretação dos resultados de gráficos de controle de processos e a utilização de técnicas para identificação de causas de problemas e oportunidades de melhoria da Qualidade. —

A importância do CEP é justificada pela necessidade de se analisar a variabilidade do processo para que se possa ter qualidade necessária nos produtos e serviços. A seguir serão apresentados alguns conceitos importantes neste contexto da análise de qualidade.

2.2.1 Histograma

Uma distribuição de frequência consiste em uma reorganização dos dados de acordo com as frequências de ocorrências dos valores observados. A partir dessa distribuição é possível gerar o histograma que é uma representação visual dos dados onde se pode ver mais facilmente três propriedades:

- forma da distribuição,

- posição ou tendência central
- e espalhamento ou dispersão.

Os histogramas são úteis para se avaliar a distribuição de variáveis contínuas e algumas diretrizes são úteis para sua construção. Quando os dados são numerosos, agrupá-los em classes ou celas é bastante útil, e em geral:

- use entre 4 e 20 classes – escolher o número de classes aproximadamente igual a raiz quadrada do número de observações costuma ser uma boa opção;
- use classes de mesmo comprimento;
- inicie o limite inferior da primeira classe ligeiramente abaixo do menor valor dos dados.

Agrupar as observações em classes condensa os dados originais e, como resultado, alguns detalhes podem não serem percebidos, assim como nos casos em que se obtém um número relativamente pequeno de observações.

2.2.2 Resumo Numérico

É útil usar medidas numéricas de tendência central e de dispersão. Suponha que x_1, x_2, \dots, x_n sejam as observações em uma amostra. A medida de tendência central mais importante é a média amostral, dada por

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

A variabilidade nos dados amostrais é medida pela variância amostral, cuja expressão matemática é

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1},$$

cabe ressaltar que a unidade de medida da variância amostral é o quadrado da unidade original dos dados, de modo que também é importante usar o desvio padrão amostral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}.$$

Porém, o desvio padrão amostral não reflete a magnitude dos dados amostrais, reflete apenas a dispersão em torno da média.

2.2.3 Gráfico de Caixa (*Boxplot*)

É um gráfico que exibe simultaneamente vários aspectos importantes dos dados, tais como tendência central ou posição, dispersão ou variabilidade, afastamento da simetria e identificação de observações muito afastadas da maior parte dos dados (*outliers*).

Este tipo de gráfico é construído através da exibição dos três quantis, além do mínimo e do máximo dos dados em uma caixa retangular, alinhada verticalmente ou horizontalmente.

2.2.4 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão é um gráfico útil para identificação de potenciais relações entre duas variáveis numéricas. A forma de um diagrama de dispersão no geral indica que tipo de relação pode existir entre estas duas variáveis.

2.2.5 Gráfico de Controle

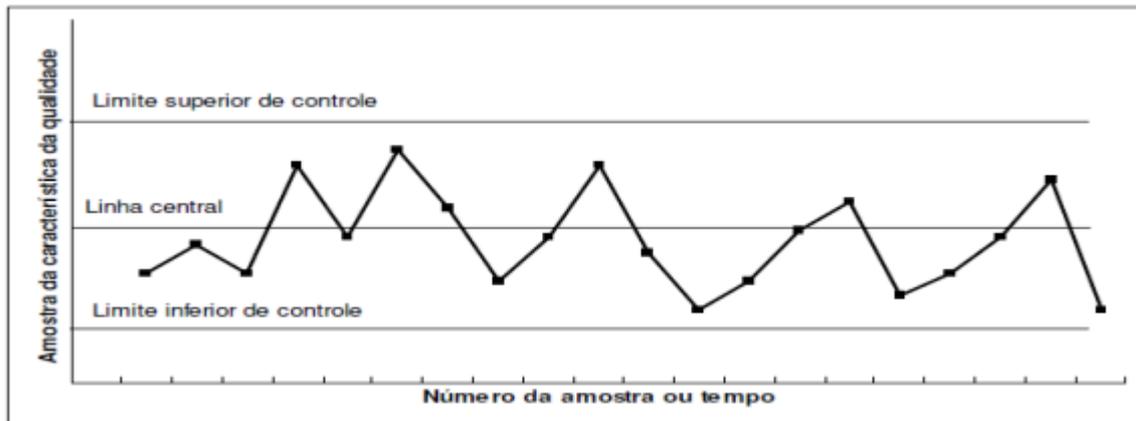
Como o gráfico de controle foi a primeira ferramenta do CEP a ser desenvolvida, merece um certo destaque em relação às outras ferramentas, uma vez que é um instrumento de análise gráfica que tem maior poder dentro do CEP.

O gráfico de controle permite que se obtenha a diferença entre tipos de causas de variação, ou seja, são capazes de informar se o processo está sob controle estatístico.

Além disso, são comparações de forma gráfica do comportamento de um determinado processo, sendo plotados um limite inferior de especificação e um limite superior de especificação, e os pontos devem estar distribuídos de acordo com padrões aleatórios. Nestas condições, o processo deve ser considerado sob controle estatístico. Porém, se estiverem pontos fora dos limites de especificação ou não existirem padrões aleatórios, há motivo para questionar se o processo está fora de controle estatístico. A plotagem dos dados para a elaboração do gráfico de controle deve ser feita de acordo com o número da amostra, para identificar quais as variações, de acordo com o tempo.

Vale ressaltar que os gráficos de controle são compostos por dois eixos cartesianos, onde o eixo das ordenadas representa os valores observados para a característica da qualidade e o eixo das abscissas representa o número da amostra ou unidade de tempo, além de uma linha central que representa o valor médio da característica da qualidade e duas linhas horizontais que representam os limites inferior e superior de controle. A Figura 1 abaixo apresenta um esquema ilustrando um gráfico de controle.

Figura 1 – Esquema de um gráfico de controle.



Fonte: Montgomery (2004).

Gráfico de Controle para Medidas Individuais

Existem diferentes tipos de gráficos de controle. Eles são classificados conforme avaliação dos característicos da qualidade. Montgomery (2004) classifica os gráficos de controle em dois tipos principais:

- gráficos de controle para variáveis e
- gráficos de controle para atributos.

Neste trabalho em particular será utilizado o gráfico de controle para medidas individuais, onde o tamanho da amostra é $n = 1$, ou seja, neste banco de dados as observações diárias consistem de apenas um valor individual. Onde para casos como esse se utiliza a amplitude móvel de duas observações consecutivas como base para estimativa da variabilidade, dada por

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|.$$

Os parâmetros para o gráfico de controle para medidas individuais, que são o limite superior central (LSC), o limite central (LC) e o limite inferior central (LIC), são dados por:

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2},$$

onde \bar{x} representa a média dos valores diários, \overline{MR} representa o valor médio das amplitudes móveis observadas e d_2 é um valor tabulado.

3 Metodologia

Esse estudo foi baseado em um banco de dados cujas observações foram coletadas do atendimento de um operador de uma empresa de *telemarketing* durante o mês de março de 2018, totalizando 26 observações. As variáveis estudadas foram tempo médio dos atendimentos e quantidade de ligações atendidas por dia. Para o desenvolvimento do estudo, as seguintes etapas foram realizadas: levantamento, análise e conclusão.

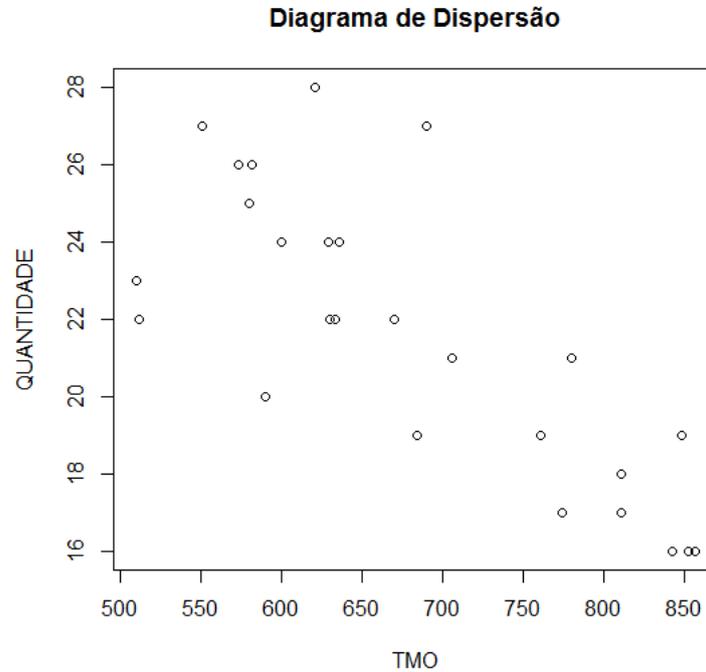
O levantamento dos processos teve início com o acesso aos dados do operador, os quais foram digitados em uma planilha virtual, utilizado o *software* R (R Core Team, 2018), para análise e manipulação com as posteriores conclusões a respeito dos resultados obtidos. O R disponibiliza uma ampla variedade de técnicas estatísticas e gráficas, incluindo modelagem linear e não linear, testes estatísticos clássicos, análise de séries temporais, entre outros recursos.

4 Aplicação

Com interesse em manter o processo operando em condição estável durante maior parte do tempo, a partir do banco de dados abaixo foram aplicadas algumas ferramentas de controle estatístico de qualidade para a resolução de problemas visando a redução da variabilidade, onde se deseja a melhoria continuada na qualidade e na produtividade.

Observando os dados vemos que a quantidade de ligações por dia teve uma média de 21,577; enquanto os valores do tempo médio de atendimento das ligações diárias teve média de 682 segundos (aproximadamente 11,4 minutos). Uma observação importante aqui é que ao contrário da variável quantidade de ligações a variável tempo médio de atendimento tende a não estar em torno de sua média, isto significa que exista uma variação entre os valores. A Figura 2 apresenta o gráfico de dispersão entre estas duas variáveis.

Figura 2 – Diagrama de dispersão entre a quantidade de ligações *vs* tempo médio de atendimento (segundos).



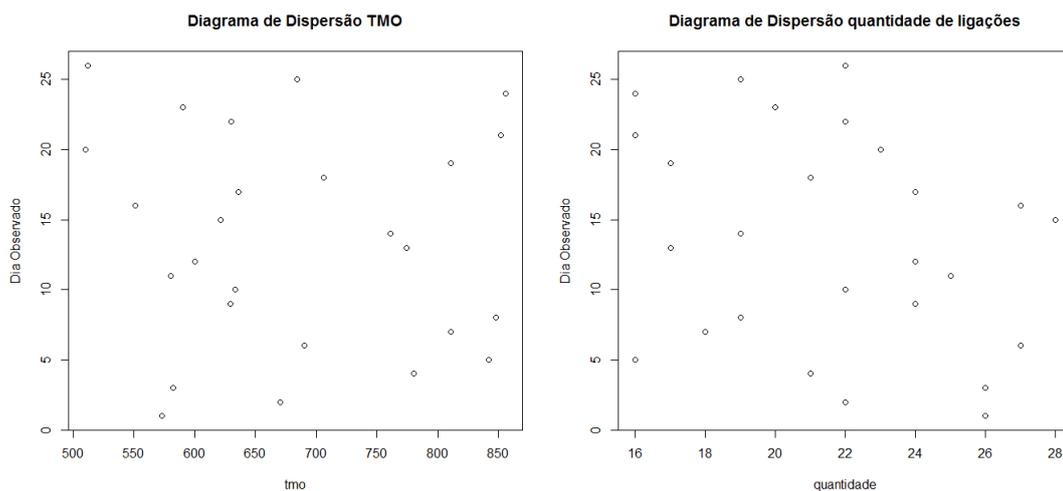
A correlação linear de Pearson foi estimada por $r = -0,778$; onde observa-se que a relação linear entre as variáveis é negativa e bastante forte, o que evidencia uma primeira suposição inicial, isto é, de que o tempo médio de atendimento das ligações influenciam de maneira decrescente na quantidade de ligações atendidas por dia.

De acordo com o comportamento dos valores observados é possível acreditar que quanto mais tempo for gasto no atendimento das ligações recebidas ao longo do dia, menor será a quantidade de ligações atendidas, isto é, a medida que se passa muito tempo em uma ligação o operador acaba deixando de atender outras, ou seja, deixa de aumentar o número de ligações atendidas.

Nesta análise, com o coeficiente de correlação ajustado igual a 0,605, tem-se que cerca de 60,5% dos dados observados entre as duas variáveis podem ser explicados através de alguma relação linear entre elas e que os 39,5% restantes deve-se ao efeito do acaso.

Em seguida, na Figura 3 tem-se os gráficos de dispersão em função dos dias observados para cada variável separadamente, onde é possível se notar um comportamento aleatório em ambos os casos.

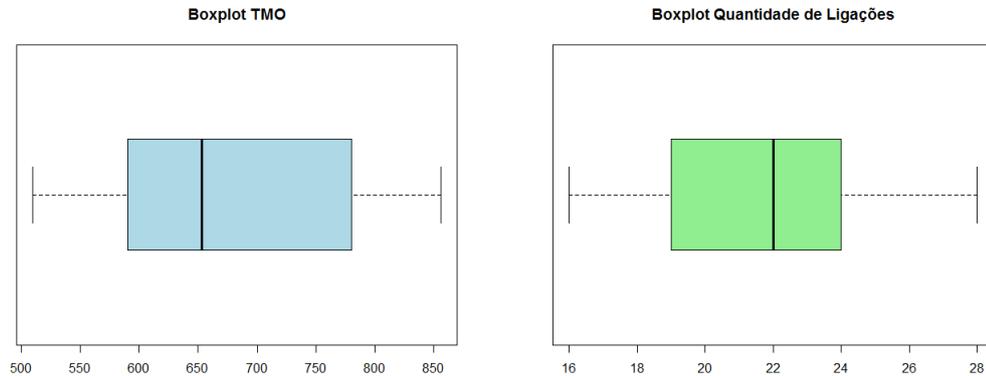
Figura 3 – Gráfico de dispersão para cada variável estudada em função dos dias observados.



Abaixo, na Figura 4 estão representados os *boxplots* para ambas as variáveis, que são formados pelo primeiro e terceiro quartis e pela mediana, onde é possível se perceber a ausência de pontos discrepantes (*outliers*), indicando que as observações não apresentam valores muito atípicos, em relação os demais.

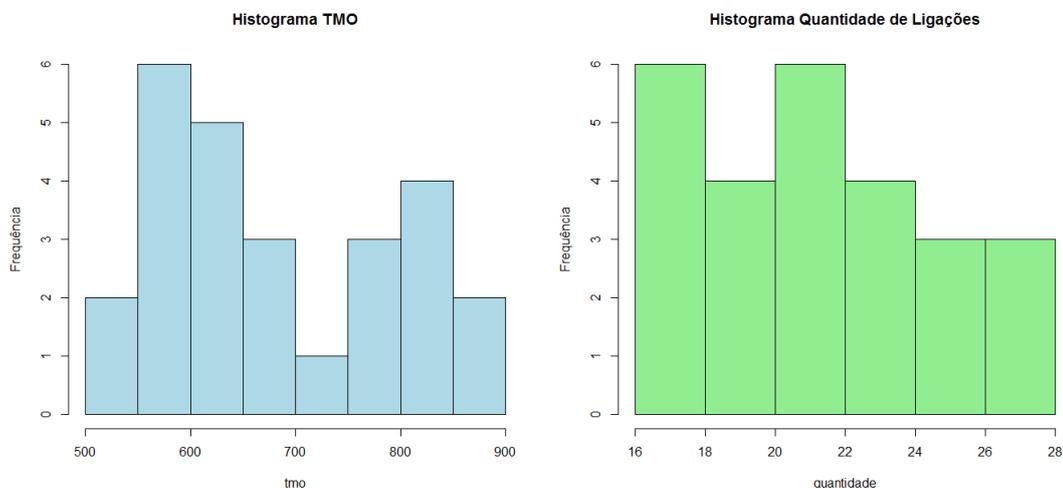
Ainda na Figura 4, no *boxplot* da esquerda, que corresponde à variável tempo médio de ligações, nota-se que o retângulo da amplitude interquartílica está bem centrada entre os valores máximo e mínimo, o que não ocorre no *boxplot* da direita que corresponde a quantidade de ligações, localizado mais próximo ao valor mínimo. Como o valor da mediana também não está bem centrado em ambos os casos, tem-se indícios de falta de simetria em ambas as variáveis.

Na sequência são apresentados os histogramas na Figura 5. O primeiro histograma é referente ao tempo médio de ligações, onde pode-se perceber uma grande variabilidade

Figura 4 – *Boxplots* das variáveis estudadas.

dos dados, com valores em torno de 500 e 900 segundos, e se percebe também uma maior concentração dos mesmos ao lado esquerdo, reforçando a constatação de assimetria. Nota-se também uma distribuição bimodal, com pico em torno de 600.

Figura 5 – Histograma das variáveis estudadas.

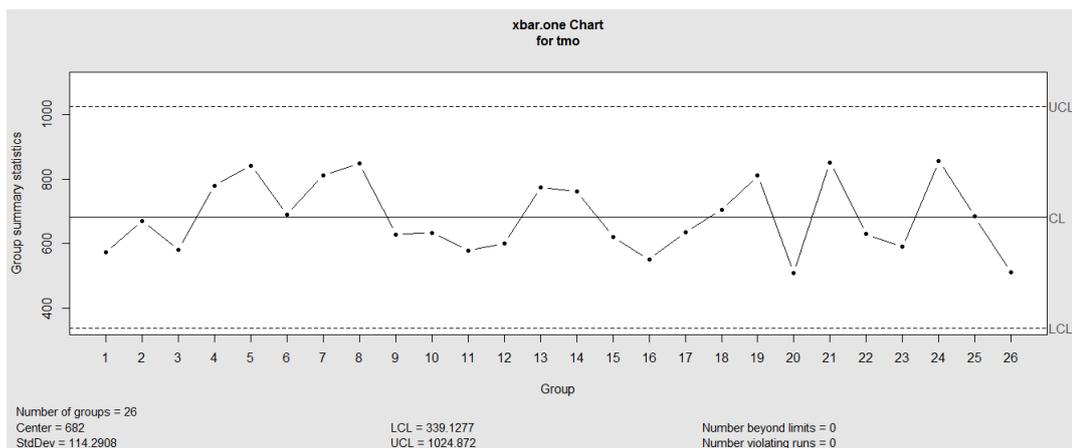


O segundo histograma da Figura 5 é referente a quantidade de ligações, onde se percebe uma menor variabilidade dos dados em comparação ao histograma do tempo médio de ligações, com distribuição valores entre 16 e 28, notando-se também uma maior concentração dos mesmos ao lado esquerdo, ou seja, confirmando também a assimetria.

Para a construção dos gráficos de controle foi utilizado o pacote `qcc` (de *quality control chart*, do inglês), disponível para o programa R e que é bastante utilizado na área de controle estatístico de qualidade, lembrando que aqui foram feitos os gráficos de controle para medidas individuais para a média e amplitude.

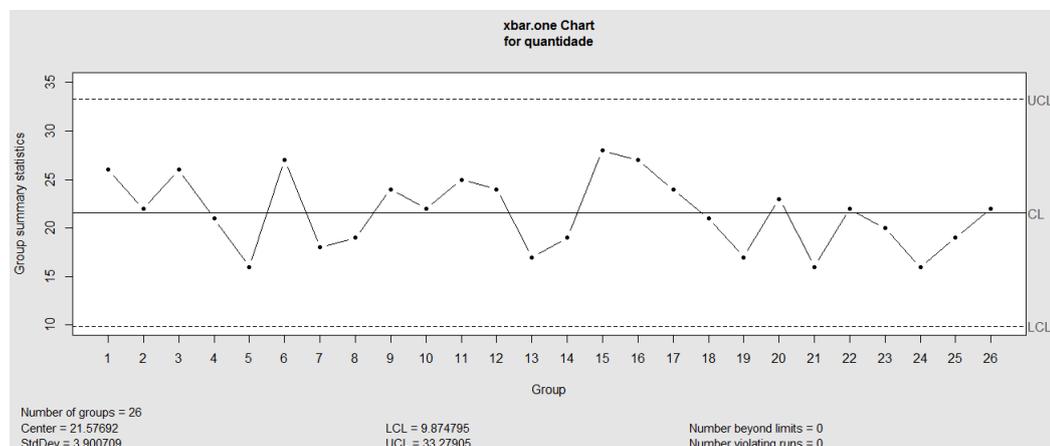
Aplicando tal gráfico de controle para a média da variável tempo médio de ligações, obteve-se um limite inferior de controle no valor de 400 segundos e um limite superior de controle no valor de 1.000 segundos. Na Figura 6, tem-se que todas as 26 observações estão dentro dos limites de controle, 14 delas estão abaixo da linha central e mais próximo ao limite inferior, o que seria mais indicado nesse caso já que espera-se um tempo médio de ligações pequeno.

Figura 6 – Gráfico de controle para a média da variável tempo médio de ligações.



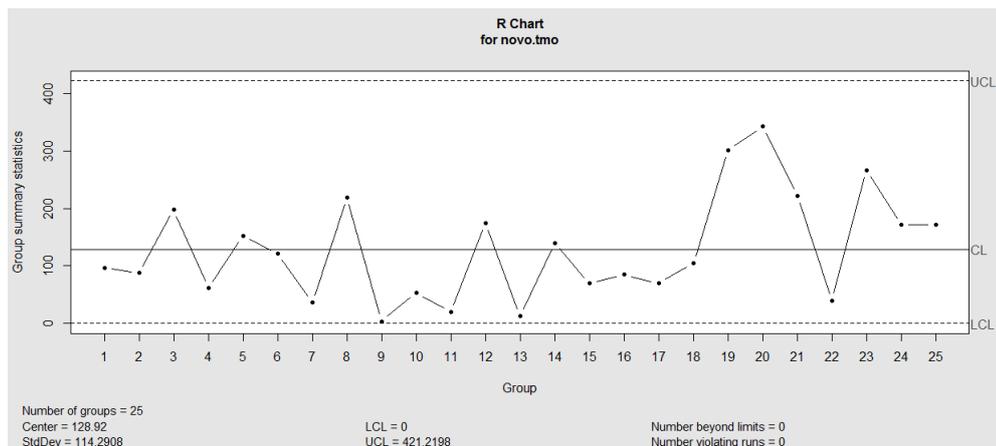
A Figura 7 apresenta o gráfico de controle para medidas individuais para a variável quantidade de ligações, onde se obteve limites inferior e superior de controle nos valores de 10 e de 35, respectivamente. Como no caso anterior, também se percebe que no gráfico todas as 26 observações estão dentro dos limites de controle, 14 delas estão acima da linha central e mais próximo ao limite superior, que é o mais indicado nesse caso, já que espera-se uma quantidade grande de ligações.

Figura 7 – Gráfico de controle para a média da variável quantidade de ligações.



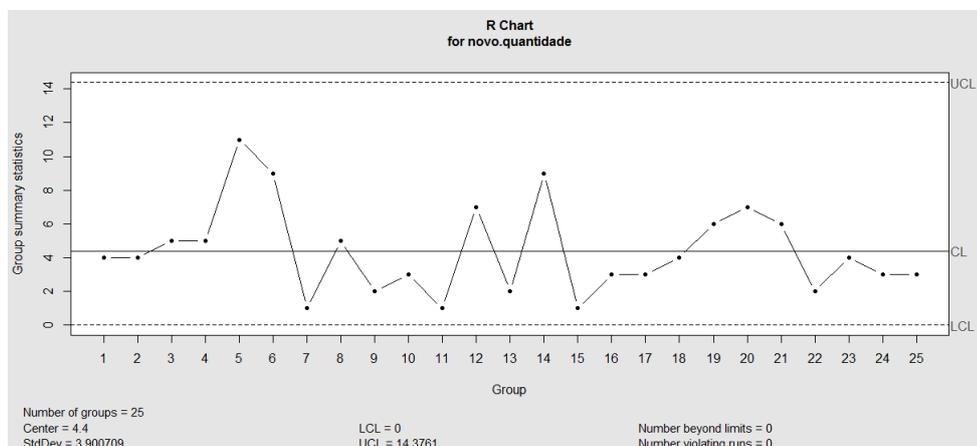
Na sequência é apresentado o gráfico de controle para a amplitude móvel da variável tempo médio de ligação na Figura 8, onde o limite inferior de controle obtido ficou no valor de 0 enquanto o limite superior de controle foi calculado pelo valor de 400. Também é possível se observar que todos os valores observados se encontram dentro dos limites de controle, de modo que a maioria está abaixo da linha central e mais próximo ao limite inferior.

Figura 8 – Gráfico de controle para a amplitude móvel da variável tempo médio de ligações.



A Figura 9 traz o gráfico de controle para a amplitude móvel na variável quantidade de ligações, onde se observa limites inferior e superior de controle respectivamente nos valores de 0 e de 14. E mais uma vez se observa o processo sob controle com as observações dentro dos limites, com a maioria se apresentando abaixo da linha central e mais próximo ao limite inferior.

Figura 9 – Gráfico de controle para a amplitude móvel da variável quantidade de ligações.



5 Conclusão

Neste trabalho avaliou-se algumas das ferramentas de controle de qualidade, claramente esta abordagem mostrou resultados confiáveis, indicando que as variáveis estudadas apresentaram forte correlação negativa, onde à medida que se tem um tempo médio de atendimento de ligações alto, o número de ligações atendidas diminui.

Foi possível também observar que o processo parece estar sob controle, a partir dos gráficos apresentados para a média e para a amplitude móvel, que se mostraram com os dados se mantendo sempre entre os limites. E dessa maneira aconselha-se que a variabilidade seja cada vez menor para que o processo continue mantendo o padrão de qualidade.

No decorrer do estudo foi visto que também seria possível aplicar o estudo de séries temporais caso tivéssemos um maior número de observações pois seria interessante observar os comportamentos dos dados com esse tipo de modelagem estatística onde é possível fazer previsões com os dados, para dessa forma se obter um estudo mais completo dos dados.

Referências

- GARVIN, D. A. What does “product quality” really mean? *Harvard Business Review*, 1984. Citado na página 10.
- GARVIN, D. A. Competing on the eight dimensions of quality. *Harvard Business Review*, 1987. Citado na página 10.
- GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos. *Revista de Administração de Empresas*, v. 40, n. 1, p. 6–19, 2000. Citado na página 12.
- JURAN, J. M. *Quality Control Handbook*. New York: McGraw-Hill, 1983. Citado na página 13.
- JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviço*. 2. ed. [S.l.]: Pioneira, 1992. Citado na página 13.
- JURAN, J. M. Made in u.s.a.: a renaissance in quality (including author’s experiences as consultant to post-ww 11 japanese manufacturers). *Harvard Business Review*, v. 71, n. 4, p. 42–47, 1993. Citado na página 13.
- MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. Citado na página 16.
- SLACK, N. et al. *Administração da produção*. [S.l.]: Atlas, 1997. Citado na página 13.

APÊNDICE A – Rotina utilizada na análise dos dados no *software* R

```
#####
#   AUTOR: Marckis Lyandro Farias de Lima       #
#   FUNÇÃO: controle estatístico de qualidade  #
#   Trabalho de Conclusão de Curso            #
#####

# Pacotes

#Instalar o pacote
install.packages("qcc", repos = "http://cran.rstudio.com/")
library(qcc) # Carregar o pacote para uso das funções

# ENTRADA DOS dados

dados <- read.table(file.choose(), h=T, sep=";", dec=","); dados
attach(dados)
str(dados)
fix(dados)

# Gráfico de dispersão

plot(quantidade~tmo,xlab="TMO",ylab="Quantidade")

par(mfrow=c(1,2))
plot(quantidade,dia,ylab="Dia Observado")
title("Diagrama de Dispersão quantidade de ligações")
plot(tmo,dia,ylab="Dia Observado")
title("Diagrama de Dispersão TMO")
```

```
# Teste da correlação linear de Pearson

cor <- cor.test(tmo,quantidade);cor

# boxplots

par(mfrow=c(1,2))
boxplot(tmo, main = "Boxplot TMO",horizontal = TRUE, col = "light blue")
boxplot(quantidade, main = "Boxplot Quantidade de Ligações",
        horizontal = TRUE, col = "light green")

# histograma

par(mfrow=c(1,2))
hist(tmo, main = "Histograma TMO",horizontal = TRUE, col = "light blue",
     ylab="Frequência")
hist(quantidade,main = "Histograma Quantidade de Ligações",
     horizontal = TRUE, col = "light green", ylab="Frequência")

# carta de controle de medidas individuais (média)

plot.ind = qcc(quantidade, type="xbar.one", ylim=range(10:35))
plot.ind = qcc(tmo, type="xbar.one", ylim=range (350:1100))

# carta de amplitude móvel de medidas individuais

novo.quant = matrix(cbind(quantidade[1:length(quantidade)-1],
                          quantidade[2:length(quantidade)]), ncol=2)
plot.amp.movelquantidade = qcc(novo.quantidade, type="R", plot = TRUE)

novo.tmo = matrix(cbind(tmo[1:length(tmo)-1],
                       tmo[2:length(tmo)]), ncol=2)
plot.amp.movel_tmo = qcc(novo.tmo, type="R", plot = TRUE)
```