



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

CAMPUS LUIZ MENEGHEL

LUIZ ARTUR DETONE ROMÃO

**FERRAMENTA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE
PROCESSOS UTILIZANDO CARTAS DE CONTROLE
SEGUNDO MODELO PROPOSTO POR SHEWHART**

Uma implementação aplicada a resultados de *softwares* de BI

Bandeirantes

2011

LUIZ ARTUR DETONE ROMAO

**FERRAMENTA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE
PROCESSOS UTILIZANDO CARTAS DE CONTROLE
SEGUNDO MODELO PROPOSTO POR SHEWHART**

Uma implementação aplicada a resultados de *softwares* de BI

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Estadual do
Norte do Paraná Campus Luiz Meneguel,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Prof. Me. André Luis Andrade
Menolli.

Bandeirantes

2011

LUIZ ARTUR DETONE ROMAO

**FERRAMENTA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE
PROCESSOS UTILIZANDO CARTAS DE CONTROLE
SEGUNDO MODELO PROPOSTO POR SHEWHART**

Uma implementação aplicada a resultados de *softwares* de BI

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Estadual do
Norte do Paraná Campus Luiz Meneguel,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Me. André Luis Andrade Menolli
UENP – Campus Luiz Meneghel

Prof. Me. Christian James de Castro
Bussmann
UENP – Campus Luiz Meneghel

Prof. Me. Cristiane Yanase H. de Castro
UENP – Campus Luiz Meneghel

Bandeirantes, ____ de _____ de 2011

A Deus, meus familiares, aos professores e amigos...
companheiros de todas as horas...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois ele é base de todo conhecimento e sem ele nada seria possível.

Aos meus pais pelo apoio, confiança e motivação nos momentos difíceis e por ser o porto seguro para todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Msc. André Luis Andrade Menolli, por sua disposição em auxiliar para que este trabalho fosse realizado da melhor maneira.

Ao meu irmão, Luiz Gustavo Detone Romão, por estar ao meu lado durante todo o desenvolvimento, por toda ajuda que me forneceu.

Aos queridos colegas de turma e professores da instituição, pelo companheirismo demonstrado nos anos de convívio, em especial aos amigos inseparáveis Alex, Felipe, Hellen, Elizabete, Thiago, Ricardo e Harisson por nunca deixar desistir.

Aos amigos desenvolvedores do sistema Brain, que adequaram seu sistema para que se pudessem realizar os testes desta ferramenta.

Aos amigos da vida, que me apoiaram e entenderam a ausência que se fez necessária para que este pudesse ser concluído.

A todos que, direta ou indiretamente, prestaram algum tipo de ajuda para que pudesse continuar meus estudos e finalizar este trabalho

***“AQUELE QUE HABITA NO ESCONDERIJO DO ALTÍSSIMO,
À SOMBRA DO ONIPOTENTE DESCANSARÁ.
DIREI DO SENHOR: ELE É O MEU DEUS, O MEU REFÚGIO,
A MINHA FORTALEZA, E NELE CONFIAREI. “***

SALMOS 91:1-2

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de ferramenta web para análise estatística de processos através do uso de cartas de controle, para demonstração dos resultados, aplicável a resultados de *softwares* BI (*Business Intelligence*), de forma amigável e prática ao usuário, proporcionando boas experiências de interatividade com gráficos e resultados e melhor forma de compreendê-los. São abordados os conceitos de BI, OLAP, o servidor OLAP Mondrian, a linguagem Adobe Flex e técnicas para de Controle Estatístico de Processo.

Palavras-chave: Análise Estatística de Processo, BI, Gráfico de Controle.

ABSTRACT

This paper presents a proposal a web tool for statistical analysis of processes through the use of control charts, to the income statement, applicable in results of software business intelligence (BI), so the user friendly and practical, providing good experiences with graphics and interactivity results and best way to understand this. It's discussed the concepts of BI, OLAP, Mondrian OLAP Server, the language Abobe Flex and techniques to Statistical Process Control.

Keywords: *Statistical Analysis of Process, BI, Control Chart.*

LISTA DE ABREVIATURAS

API – *Applications Programming Interface*

BI – *Business Intelligence*

CEP – Controle Estatístico de Processo

ECMScript – *Enterprise Content Management Script*

HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*

LAS – Limite da Amplitude Superior

LM – Linha Média

LIC – Limite Inferior de Controle

LNIP – Limite Natural Inferior do Processo

LNSP – Limite Natural Superior do Processo

LSC – Linha Superior de Controle

MDX – *Multi-Dimensional Expression*

MXML – *Magic Extensible Markup Language*

OLAP – *Online Analytical Processing*

OLTP – *Online Transaction Processing*

RIA – *Rich Internet Application*

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SICOOP - Sistema Informatizado para Apoio a Tomada de Decisão em Cooperativas

UNEP – Universidade Estadual do Norte do Parana

XML – *Extended Markup Language*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dados de um departamento de uma empresa plotados em um gráfico de valores individuais (Fonte Wheeler, 2001).....	21
Figura 2: Dados de um departamento de uma empresa plotados em um gráfico de valores individuais e gráfico de amplitude móvel (Fonte: Wheeler, 2001).....	22
Figura 3: Proposta utilização da ferramenta.....	23
Figura 4: Diagrama de casos de uso da ferramenta.....	31
Figura 5: Arquitetura Utilizada.....	35
Figura 6: Diagrama de Classes.....	35
Figura 7: Tela de um sistema de BI.....	36
Figura 8: Formato do arquivo XML esperado para uso da ferramenta.....	37
Figura 9: Tela de importação dos dados no sistema.....	38
Figura 10: Tela de escolha dos objetos estudados.....	39
Figura 11: Tela do sistema do gráfico de valores individuais.....	40
Figura 12: Alerta do sistema para valores fora dos limites.....	40
Figura 13: Tela do sistema do gráfico de amplitudes móveis.....	41
Figura 14: Tela do sistema da tabela de valores.....	42
Figura 15: Tela do sistema durante análise de custos.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição de caso de uso: Importar Arquivo.....	32
Quadro 2: Descrição de caso de uso: Selecionar Objeto.....	32
Quadro 3: Descrição de caso de uso: Selecionar Fato.....	33
Quadro 4: Descrição de caso de uso: Gerar Análise.....	33
Quadro 5: Descrição de caso de uso: Editar Valores.....	33
Quadro 6: Descrição de caso de uso: Limitar Período da Análise.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivos Específicos	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Organização do trabalho.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	BI.....	15
2.2	OLAP	16
2.3	Servidores OLAP Mondrian	16
2.4	<i>Adobe Flex</i>	17
2.5	Controle Estatístico do Processo	17
2.5.1	Variabilidade do Processo	18
2.5.2	Gráficos de Controle.....	19
2.5.3	Gráficos de Comportamento	20
2.5.4	Gráficos de Seqüências	21
2.5.5	Gráficos XmR	22
2.5.6	Sinais e Ruídos	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	28
4.1	Proposta.....	28
4.2	Descrição do Sistema	29
4.3	Levantamento de requisitos	30
4.3.1	Requisitos.....	30
4.3.2	Atores	30
4.4	Casos de uso	30
4.4.1	Descrição dos casos de uso.....	31
4.5	Arquitetura	34
4.6	Diagrama de Classes.....	35
5	Análise da Ferramenta	36
6	Resultados	43
7	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação já se tornou um dos recursos primordiais para a sobrevivência das empresas. A cada dia nota-se como se faz necessário o controle de dados relevantes para que seja possível a gerencia de forma rápida, prática e organizada.

Tornou-se espantoso e raro encontrar instituições bem sucedidas e organizadas que ainda não dominam os processos de controle de informações e conhecimentos através do uso de computadores.

Com o mercado cada vez mais acirrado, no qual mínimos detalhes influenciam nos resultados da organização, a boa utilização da informação existente pode ser considerada a chave para o sucesso.

Utilizar os dados, que outrora eram apenas mantidos para registro e memória da empresa, de forma que estes possam ser analisados e gerar informações extremamente relevantes para o processo de tomada de decisões é um dos novos objetivos da tecnologia da informação.

As técnicas de BI (Business Intelligence) tornaram o processo de gestão mais eficiente por meio de análises realizadas automaticamente e ampliaram a visão dos responsáveis sobre a real situação da instituição analisada. Porém muitas vezes analistas encontram dificuldades em verificar se os dados apresentam variações significativas, e assim, determinar se os processos dentro da normalidade, ou seja, sob controle.

Também com o objetivo de auxiliar a compreensão e uso dos dados coletados durante os processos, Shewhart desenvolveu as cartas de controle, um tipo de análise estatística que visa estudar a variabilidade das informações, propondo limites que definem se a variação está controlada ou não.

Utilizar os dados obtidos através de técnicas de BI, juntamente as cartas de controle de Shewhart pode trazer uma maneira de melhorar a análise dos dados gerados pelas ferramentas de BI.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo produzir uma ferramenta online que utiliza os resultados de sistemas de BI (*Business Intelligence*), baseados em consultas OLAP (*ONLINE ANALITIC PROCESSING*) por meio de um servidor Mondrian, para realizar análise estatística do processo, provendo auxílio ao processo decisório.

Esta ferramenta possibilitará ao usuário importar dados gerados por aplicações de BI contendo o resultado da análise realizada previamente e gerar uma visão simplificada e uma análise detalhada em forma de gráficos e relatórios utilizando métodos estatísticos.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Estudar as tecnologias de BI existentes;
- Compreender a utilizar a ferramenta Adobe Flex;
- Realizar a importação de arquivos XML de ferramentas BI
- Gerar relatórios que auxiliem a compressão dos resultados.

1.2 Justificativa

Com a expansão do acesso a sistemas informatizados pelas empresas, estas já possuem dados referentes à suas atividades e exercícios. Porém a utilização destes dados é bastante limitada, muitas vezes são utilizados apenas para registro de vendas, entradas e/ou saídas, por exemplo.

Os dados colhidos e armazenados podem conter inúmeras utilidades que comumente não são utilizadas pelo fato de não serem facilmente observados ou os analistas de negocio não possuírem conhecimento suficiente para realizar tais interpretações.

Ferramentas de BI auxiliam na descoberta de novas informações ocultas nos repositórios de dados, gerando grande suporte ao processo de tomada de decisões das empresas. Porém os resultados dos *softwares* BI podem ser considerados de complexo entendimento.

De acordo com Wheeler (2001), a análise dos dados é feita para se saber quando ocorreu uma mudança. Deseja-se saber quando há alterações em tempo

oportuno para que se possa reagir adequadamente. E os gráficos de comportamento do processo são eficientes pois permitem a diferenciação da variação rotineira da variação excepcional, através da forma que são calculados os limites.

Desta forma, desenvolver uma ferramenta que interprete esses resultados e exponha-os de forma que estes possam ser compreendidos por analistas de forma mais simples e precisa, através dos gráficos de controle de processo, tende a aumentar o campo de visão sobre a realidade corporativa, estabelecendo relações e filtrando resultados que venham a mascarar a realidade.

1.3 Organização do trabalho

O trabalho está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta os conceitos utilizados pelo trabalho, sendo que na subseção 2.1 são abordados os conceitos de BI; a subseção 2.2 versa sobre as características de OLAP; na subseção 2.3 são expostos os conceitos de servidores OLAP Mondrian; a subseção 2.4 discorre sobre a tecnologia Flex da Adobe; 2.5 são apresentados conceitos de Controle Estatístico de Processo. Na seção 3 são apresentados os materiais e métodos utilizados para a realização do trabalho. A seção 4 traz o desenvolvimento do sistema. A análise realizada na ferramenta é disposta na sessão 5. A seção 6 demonstra os resultados obtidos. Na seção 7 é disponibilizada a conclusão sobre este trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BI

Segundo KIMBAL (2002, apud Tulio, 2010), a história das ferramentas de BI teve início na década de 70 e o seu progresso torna cada vez mais eficiente sua utilização, principalmente no ambiente web que apresenta constante crescimento. Esse tipo de ferramenta tem como objetivo auxiliar os analistas de negócio na tomada de decisões, organizando os dados e facilitando sua visualização, por meio de técnicas que ajudam na sua compreensão.

Mas, como explica Primak (2008), os conceitos de BI já eram utilizados desde a antiguidade. A sociedade do Oriente Médio, quando confrontavam informações obtidas, fazia uso dos princípios básicos do BI.

Por meio de análises das informações históricas e atuais, os profissionais responsáveis pela gestão adquirem informações valiosas que são usadas como base para o processo decisório. As técnicas de BI correspondem a transformação dos dados coletados em informações que, por sua vez, serão transformadas em decisões, conforme Turban e Efrain (2009, apud Tulio, 2010).

Primak (2008, p.1) justifica o crescimento pelo interesse em ferramentas de BI:

“O atual interesse pelo BI vem crescendo assustadoramente na medida em que seu emprego possibilita às organizações realizar uma série de análises e projeção, de forma a agilizar os processos relacionados às tomadas de decisão. É o que defende Howard Dresner, vice-presidente da empresa Gartner.”

De acordo com Tulio (2010), a composição de uma ferramenta de BI é feita por meio de um repositório onde são armazenados todos os dados históricos da organização, chamado de Data Warehouse, um servidor OLAP, para consultas no repositório e um *software* para a demonstração dos dados, este mostra os resultados obtidos nas consultas do servidor no repositório. Os conceitos de servidores OLAP serão apresentados na próxima sessão.

2.2 OLAP

O OLAP refere-se a uma análise de uma grande quantidade de dados em tempo real, diferindo-se do OLTP (*Online Transaction Processing*) que opera no âmbito de ler e alterar os números de indivíduos, em OLAP as operações são estritamente de leituras online, como explica PENTAHO (2010, apud Tulio, 2010).

Segundo Menolli (2004, apud Romão, 2009) a utilização de ferramentas OLAP permite a análise e gerenciamento, disponibilizando aos executivos um aumento no desempenho, por meio do acesso rápido a uma grande quantidade de visões de dados organizados em bases multidimensionais.

Em sistemas OLAP, o componente principal é o servidor OLAP, conforme Pinho (2008, apud Romão, 2009), apud. Este fica situado entre o cliente e o SGBD (Sistema de Gerenciador Banco de Dados) no Data Warehouse, e tem a função de entender como os dados estão organizados no banco de dados e analisar tais dados.

2.3 Servidores OLAP Mondrian

De acordo com Hyde (2006, apud Romão, 2009), o servidor OLAP Mondrian é um servidor OLAP escrito em Java, que realiza consultas por meio da linguagem MDX (*Multi-Dimensional Expression*), lê os dados extraídos de bancos de dados relacionais e apresenta os resultados de forma multidimensional, por meio da API (Applications Programming Interface) Java, conforme descrito em documentação oficial.

O servidor de consultas Mondrian é constituído por quatro camadas, que trabalham a partir do que é apresentado ao usuário até o centro dos dados. As camadas são cama de apresentação, camada dimensional, camada estrela e camada de armazenamento, explica PENTAHO (2010, apud Tulio, 2010).

Segundo PENTAHO (2010, apud Tulio, 2010) e Romão (2009), a primeira camada, denominada de apresentação determina o que o usuário final verá e como será sua interação com o sistema. A segunda camada, chamada de dimensional, tem a função de analisar, validar e executar as consultas MDX. A camada estrela é a terceira e é responsável por manter as agregações (conjunto de valores de medidas

na memória) armazenadas. A quarta e última camada é a de armazenamento e trata-se de um banco de dados relacional responsável por prover dados agregados de células, e membros das dimensões da tabela.

2.4 *Adobe Flex*

Segundo Hellmann (2008), o *Adobe Flex* é uma ferramenta alternativa para o desenvolvimento de RIAs (*Rich Internet Application*). As interações com os clientes podem tornar-se mais persuasivas, dinâmicas e úteis com o uso de aplicações ricas. O ambiente *Flex* possibilita a criação por meio de controles de demonstração dos dados, utilizando um componente binário que contém a interface da aplicação. Desta maneira, a aplicação transfere um binário ao cliente, que interage com o servidor, sem a necessidade de conexões HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) abertas no navegador.

Tal tecnologia reúne linguagens como o *ECMScript* (*Enterprise Content Management Script*), *Action Script 3.0*, que foi reescrita pela Adobe, e a *MXML* (*Magic Extensible Markup Language*) que é uma linguagem de marcação criada pela *Macromedia*® baseada no XML (*Extensible Markup Language*) e permite adicionar a interatividade e a facilidade do RIA, a camada de visão *software*, afirma Schimitz, (2008, apud Souza e Utiyama).

Ribes, Zeve (2006, apud Souza e Utiyama, p. 2), define RIA como:

“O termo RIA (Rich Internet Application) é um conceito que foi instituído inicialmente pela *Macromedia*® em 2003. RIA é a combinação das funcionalidades apresentadas em aplicativos desktop com a facilidade e o baixo custo de instalação e manutenção da web, resultando em uma experiência mais intuitiva, ágil e eficiente dos usuários.”

2.5 Controle Estatístico do Processo

Wheeler (2001, p. 8d) descreve a dificuldade da comparação entre número da seguinte maneira:

“Embora seja simples e fácil comparar um número com outro, tais comparações são limitadas e frágeis. Elas são limitadas devido à quantidade de dados utilizados e frágeis porque ambos os números estão sujeitos a variação que está inevitavelmente presente nos dados do mundo real. Já que ambos os valores, o atual e o anterior, estão sujeitos a essa variação, será sempre difícil determinar apenas quanto da diferença entre os valores deve-se à variação, e quanto da diferença, se houver, deve-se às mudanças reais.”

Segundo Alencar, Lopes e Souza Jr. (2007), o CEP (Controle Estatístico do Processo) pode ser considerado uma coleção valiosa de ferramentas úteis para a resolução de problemas na comprovação da estabilidade e para a melhoria dos processos por meio da diminuição da sua variabilidade que o qualifica.

O objetivo do CEP é ampliar a capacidade do processo, diminuindo o refugo e também o retrabalho, levando assim, a redução do custo da má qualidade. O controle estatístico propicia às empresas uma base para melhoria da qualidade de produtos e serviços, e ao mesmo tempo, reduz substancialmente o custo da má qualidade, afirma Ribeiro e Caten (2011).

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2009), a história do controle estatístico de processos teve início em 1924, como Walter Shewhart, quando este criou e aplicou os gráficos de controle nas empresas *Bell Telephone Laboratories*. Como foram projetados para serem utilizados em “chão de fábrica” por operários sem muita instrução, estes deviam ser de simples construção e utilização. E foi por esta simplicidade que o uso dos gráficos de controle tornou-se indiscriminado em diversos tipos de aplicação e, em muitas das vezes, de forma errônea, não fazendo uso de suas maiores qualidades. A transformação do gráfico em uma forma efetiva de monitoramento do processo é comumente dificultada pela falta de conhecimento dos conceitos de estatística, nos quais os gráficos são baseados, e também pela de um estudo detalhado e uma intervenção profunda nos gráficos de controle.

Wheeler (2001, p. 23) define a maneira com que Walter Shewhart classificou os tipos de variação:

“Walter Shewhart fez uma distinção crucial entre dois tipos de variação nos números. Alguma variação é rotineira e faz parte do processo, sendo esperada inclusive quando o processo não foi alterado. Outra variação é excepcional, está fora dos limites da rotina e, portanto é interpretada como sinal de uma mudança no processo. E, e fim de separar a variação nesses dois tipos de componentes, ele criou o gráfico de controle.”

2.5.1 Variabilidade do Processo

Independente de quão bem projeto e operado seja o processo, a variabilidade estará sempre presente. Por meio da comparação de duas unidades quaisquer produzidas por um processo, elas nunca serão exatamente iguais, afirma Ribeiro e Caten (2011).

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2009), o termo variabilidade do processo refere-se as diferenças encontradas entre os resultados de um processo. Se a variação existente for grande, as diferenças serão facilmente notadas; em uma visão oposta, se a variação for pequena, será difícil observar as diferenças.

Conforme Costa, Epprecht e Carpinetti (2009), Shewhart preocupou-se com o estudo da variabilidade do processo desde o início da Revolução Industrial. O estudioso e pioneiro no estudo do CEP, também elaborou explicações a respeito da impossibilidade de produção de resultados idênticos que são aceitas até os dias atuais. Segundo Shewhart, qualquer processo possui a variabilidade como um aspecto impossível de ser eliminado, independente de quão bem projetado e controlado seja o processo. Esta inconstância é denominada de variabilidade natural do processo e é originada por uma série de perturbações, ou causas aleatórias, contra as pouca ou nada se pode fazer. O conjunto destes fatores que alteram o processo deixa de ser desconsiderado e passa a provocar a variabilidade natural do processo, que é inevitável e com a qual deve-se aprender a conviver. Ainda segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2009), se o processo apresenta apenas a variação proveniente de causas aleatórias, este processo está no estado de controle estatístico, ou somente em controle.

2.5.2 Gráficos de Controle

Para Alencar, Lopes e Souza Jr. (2007), as principais ferramentas utilizadas no controle estatístico de processo são os gráficos ou cartas de controle e seu objetivo é detectar anomalias no parâmetros relevantes do processo, diminuindo a quantidade de produtos fora dos padrões e custos de produção. Estes gráficos são gráficos seqüenciais que demonstram os valores das medições da variável de interesse no eixo vertical e os pontos no tempo nos quais as medições são efetuadas no eixo horizontal. Seu principal objetivo no CEP, é o monitoramento do desempenho da variável interessante ao processo, para que se possa agir corretivamente no processo quando necessário, e assim, garantir a qualidade futura dos itens. As medições de um parâmetro ou uma característica de qualidade são as entradas necessárias para a criação de gráficos de controle.

Zaudir (2005, p. 24) explica como utilizar as castas de controle:

“Antes de utilizar as cartas de controle percorre-se uma etapa inicial, árdua, porém muito importante, de aprendizagem. É imprescindível conhecer o processo, estabilizar e fazer os ajustes necessários segundo COSTA, EPPRECHT E CARPINETTI (2004), pois o monitoramento só ocorre depois que o processo estiver sob controle. Procura-se conhecer os fatores que afetam a característica de qualidade. Antes de construir as cartas de controle, precisa-se identificar e eliminar as causas especiais que estão fazendo o processo sair do controle. MONTGOMERY (2004) recomenda tomar 20 a 25 amostras, para construção dos limites de controle tentativos, com o objetivo de testar se o processo está estável. Estes dados podem ser obtidos através de dados históricos do processo. Com os dados obtidos nas amostras, constroem-se a carta de controle, se todos os pontos caem dentro dos limites tentativos e não se observa nenhum comportamento sistemático, pode-se concluir que o processo está sob controle e que os limites tentativos são apropriados para o processo em questão. Caso ocorram um ou mais pontos fora dos limites tentativos, então a hipótese de que o processo está sob controle é descartado, logo se torna necessário examinar cada ponto fora dos limites e procurar-se por uma causa especial. Se uma causa especial é identificada, o ponto é descartado e os limites de controle tentativos são recalculados, 25 usando apenas os pontos restantes. Esses pontos restantes são, em seguida, reexaminados. Prossegue-se com este processo até que todos os pontos estejam sob controle.”

A estratégia do CEP, tradicionalmente, o monitoramento da variável e da variabilidade é feito através do valor médio. Para realizar o monitoramento da média, freqüentemente são usados os gráficos de controle para médias do gráfico X. Para mensurar a variabilidade, é comum utilizar os gráficos de desvio padrão, chamado gráficos S, bem como os gráficos de amplitude móvel, chamado de gráfico R, afirma Alencar, Lopes e Souza Jr. (2007).

2.5.3 Gráficos de Comportamento

Montgomery (2001, apud Alencar, Lopes e Souza Jr., 2007, p. 90), explica a utilidade dos gráficos da seguinte maneira:

“Na estratégia do CEP, é usual monitorar tanto o valor médio das variáveis quanto a sua variabilidade. O controle da média do processo é usualmente feito através do gráfico de controle para médias ou gráfico de X. A variabilidade do processo pode ser monitorada tanto através do gráfico de controle do desvio-padrão, chamado gráfico S, como pelo gráfico para a amplitude móvel, chamado gráfico R, este último utilizado neste trabalho. Exemplificando melhor a função de cada gráfico, o gráfico de monitora a variabilidade entre amostras e o gráfico de S ou R monitora a variabilidade dentro da amostra. Os pontos plotados nos gráficos de controle são unidos por linhas retas seqüencialmente e são interpretados em função de linhas horizontais, chamados de limite superior de controle (LSC), linha média (LM) e limite inferior de controle (LIC).”

Para Wheeler (2001), este gráfico também oferece ao usuário uma maneira de saber se é possível exceder algum tipo de processo em um futuro imediato.

Desta maneira, quando for possível essa extrapolação, por meio do gráfico é possível visualizar a variação no futuro próximo.

Wheeler (2001, p 29) descreve os gráficos de comportamento:

O gráfico do comportamento do processo faz todas essas coisas porque leva em consideração a variação. A variação é o componente aleatório e heterogêneo que enfraquece as comparações simples e limitadas. O “ruído” introduzido pela variação rotineira é o que confunde e obscurece todas as comparações entre valores simples. Até que possamos permitir o ruído em um gráfico seqüencial, não conseguimos entender completamente apenas o que pode ser indicado por um valor simples. O valor atual é um “sinal” de que alguma coisa mudou, ou ele difere mesmo da média histórica apenas pelo “ruído”? A resposta a esta questão é a essência do fato de dar sentido a qualquer valor de um gráfico seqüencial.

Para que os dados sejam utilizados para se justificar qualquer ação, é primordial a capacidade de se localizar um sinal potencial entre os outros dados, pois se isso não for possível, há a possibilidade de um ruído ser interpretado como um sinal, conforme Wheeler (2001).

2.5.4 Gráficos de Seqüências

Segundo Tulio (2010), os gráficos de seqüência são utilizados para marcações temporais, e comumente apresentam os meses ou anos no eixo horizontal, e os respectivos valores marcados no eixo vertical. O movimento se dá da esquerda para a direita marcando a passagem do tempo e as mudanças podem ser notadas examinando-se esse movimento.

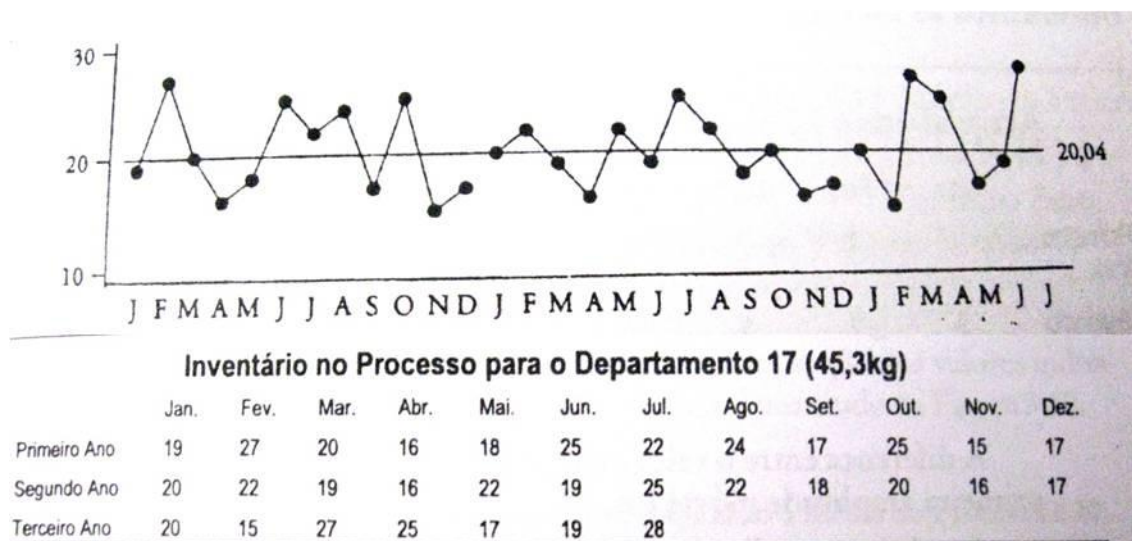


Figura 1: Dados de um departamento de uma empresa plotados em um gráfico de valores individuais (Fonte: WHELLER, 2001)

2.5.5 Gráficos XmR

Segundo Wheeler (2001), a elaboração do gráfico do comportamento do processo de valores individuais e o de amplitude móvel, são iniciados com a criação de dois gráficos seqüenciais.

Para a realização dos cálculos é utilizada a média aritmética, tendo em vista que a análise visa atender os processos de forma genérica, sendo assim não é possível estabelecer qualquer tipo de ponderação aos dados importados.

Conforme Wheeler (2001), O gráfico de X refere-se ao gráfico seqüencial para os valores individuais. O gráfico de seqüencia para amplitudes móveis também é chamado de Gráfico de Amplitude ou Gráfico de Amplitude Móvel. A linha central do gráfico só pode ser calculada após a criação dos gráficos seqüenciais para valores individuais e as amplitudes móveis, sendo a media dos valores individuais a linha central para o gráfico X, a amplitude móvel média a linha central para o gráfico de amplitude móvel.

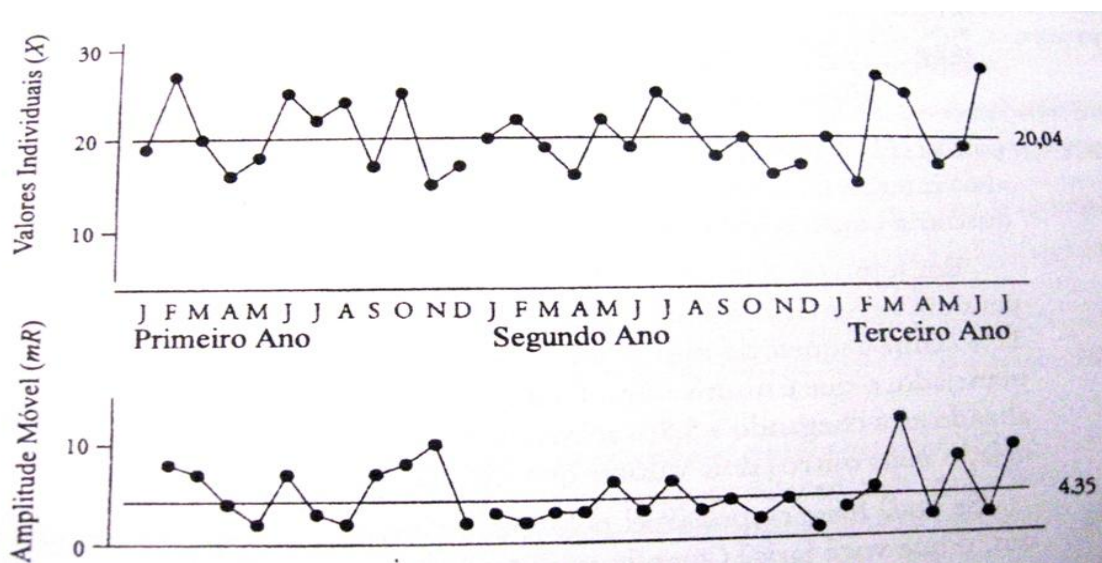


Figura 2: Dados de um departamento de uma empresa plotados em um gráfico de valores individuais e gráfico de amplitude móvel (Fonte: WHELLER, 2001)

A multiplicação da Amplitude Móvel Média pelo fator de escala 3,27 é utilizada para se obter o LAS (Limite da Amplitude Superior). Esse valor é necessário para a conversão da amplitude móvel média em um limite superior adequado para as

amplitudes. Tal valor de escala, 3,27, é considerado uma constante para esse tipo de gráfico de comportamento do processo, define Wheeler (2001).

Conforme Wheeler e Chambers (1992) o processo para obtenção dos valores para os limites dos gráficos são obtidos seguindo os passos abaixo:

- Encontrar o valor de d_2 que corresponde ao tamanho do subgrupo de dados analisado;
- Dividir a amplitude móvel média por pelo valor de d_2 ;
- Multiplicar a quantia por 3;
- Usar a média como linha central, subtrair e adicionar o valor obtido no passo anterior para obter os limites naturais superior e inferior do processo.

n	d_2	n	d_2	n	d_2	n	d_2
2	1,128	11	3,173	20	3,735	45	4,415
3	1,693	12	3,258	21	3,778	50	4,498
4	2,059	13	3,336	22	3,819	60	4,639
5	2,326	14	3,407	23	3,858	70	4,755
6	2,534	15	3,472	24	3,895	80	4,854
7	2,704	16	3,532	25	3,931	90	4,939
8	2,847	17	3,588	30	4,086	100	5,015
9	2,97	18	3,64	35	4,213		
10	3,078	19	3,689	40	4,322		

Tabela 1: Constantes para cartas de média e amplitude baseado no amplitude móvel (Fonte: WHELLER e CHAMBERS, 1992)

2.5.6 Sinais e Ruídos

Segundo Florac e Carleton (1999), os dados que são utilizados para a tomada de decisões são comumente retirados de bases próprias. Indiferentemente ao tipo dos dados e maneira como eles estão apresentados, é preciso sempre utilizar algum método de análise para estar e interpretar as informações que estão contidas nos dados. Dar sentido aos dados é um processo por si só.

Ainda conforme Florac e Carleton (1999), as variações encontradas nos dados consistem em variações aleatórias, os ruídos, e variações não aleatórias, os sinais. Os resultados que serão apresentados devem separar os sinais dos ruídos que os acompanham por algum tipo de filtragem. Os métodos de filtragem podem

ser baseados em experiências pessoais e suas pressuposições e suposições, e também em abordagens formalizadas. A ausência de utilização de abordagens formais ou padrões de análise dos dados causa dificuldade na interpretação e utilização dos resultados.

Wheeler (2001, p. 30) define como os gráficos de comportamento distinguem sinais de ruídos da seguinte maneira:

“O gráfico do comportamento do processo filtra o ruído da variação rotineira através da construção dos limites. Os sinais da variação excepcional são indicados pelos pontos que ficam fora do limite ou por padrões óbvios não-aleatórios da variação em torno da linha central.

Essa distinção entre sinais e ruído é a base para qualquer análise de dados que tenha significado.”

De acordo com Florac e Carleton (1999), quando os dados são interpretados e se age por meio de seus resultados, presumi-se que estes dados sejam reais. Ações injustas podem ser tomadas caso os ruídos que acompanham os sinais não sejam distinguidos. Considerar um ruído como se este fosse sinal e agir sobre ele aumenta as instabilidades e variabilidades dos resultados do processo. Utilizar métodos simples e eficazes para a detecção de sinais que são cercados de ruídos e identificar variações normais do processo são maneiras de utilizar os dados com segurança.

A base para que a análise de dados tenha significado é a distinção entre sinais e ruídos, explica Wheeler (2001). Dois erros podem ser cometidos durante a análise de dados.

Conforme Wheeler (2001), interpretar um ruído como um sinal é o primeiro erro possível. Esse erro é fonte de desperdício e perda a cada dia, pois leva a tomada de medidas que serão inadequadas e contrárias ao curso adequado da ação.

Ainda segundo Wheeler (2001), falhar na detecção de um sinal quando ele está presente, é o segundo erro possível. Esse erro ocorre que uma ocorre uma mudança no processo e está não é reconhecida. Esse erro pode ocorrer quando as mudanças não ultrapassam os limites especificados, o que dificulta sua detecção.

Antes que se possa justificar uma ação por meio dos dados, é necessário ser capaz de detectar um sinal dentro de um conjunto de dados, pois se isso não for cumprido, pode-se estar interpretando um ruído, conforme Wheeler (2001).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os métodos “Pesquisa Bibliográfica” e “Pesquisa Aplicada”. Para Lakatos e Marconi (1991), a pesquisa bibliográfica trata de levantar, selecionar e documentar bibliografias já publicadas sobre o assunto pesquisado, assim classificou-se como pesquisa bibliográfica, pelo fato de que grande parte do trabalho concentrou-se em estudo das tecnologias existentes, utilizando para tanto publicações, a fim de se determinar quais os conceitos e tecnologias mais apropriadas e como seriam combinadas para que se pudessem atingir os objetivos propostos.

Ainda segundo Lakatos e Marconi (1991), as pesquisas que objetivam gerar conhecimento para aplicações práticas, voltadas à solução de problemas específicos são denominadas Pesquisas Aplicadas, assim, classificou-se também como Pesquisa Aplicada, levando-se em consideração o fato de que as pesquisas, sobre as necessidades e falta de disponibilidade de ferramentas similares, foi fator decisivo para a escolha do objetivo deste trabalho.

Quanto à seqüência dos estudos, o primeiro passo foi analisar as ferramentas de BI livres disponíveis e realizar um levantamento de suas funcionalidades e deficiências quanto a sua eficiência e usabilidade.

Em seguida foi realizada uma pesquisa sobre formas de demonstrações de dados numéricos, tendo como o principal quesito analisado, a facilidade na compreensão dos valores demonstrados. Foram observados os gráficos de barras e as cartas de controle, esta última foi escolhida por aparentar maior nível de compreensão comparada a primeira, assim foi realizada uma ampla pesquisa sobre este tipo de cartas.

A etapa seguinte foi a seleção do framework que foi utilizado no desenvolvimento da ferramenta, desta maneira foi optado pelo Adobe Flex que utiliza as linguagens Action Script 3.0 e MXML. Esta escolha foi motivada pelos componentes existentes nesse framework para a criação de cartas de controle e pela fácil utilização, sem necessidade de instalação de aplicativos no computador do usuário.

Logo em seguida, estudou-se a maneira com que os dados seriam inseridos na ferramenta. Levando em consideração o fato de que a ferramenta poderá ser utilizada por qualquer *software* BI que disponibilize o resultado da análise nos padrões esperados, optou-se pelo padrão de dados XML gerados pela ferramenta OLAP Mondrian.

Após serem definidos os detalhes e requisitos da ferramenta, foi possível passar a sua implementação conforme proposto. Também nesta etapa foram definidos aspectos de interface.

Por fim, realizou-se um estudo das vantagens do uso das tecnologias empregadas na ferramenta, seus pontos prós e contras e a comparação dos resultados alcançados em relação aos esperados, ainda pode-se observar a contribuição deste trabalho para a evolução do uso de *softwares* de BI do ponto de vista exposto neste.

4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

4.1 Proposta

A execução deste trabalho objetiva a criação de um protótipo de ferramenta para o auxílio da compressão dos resultados de *Software Business Intelligence*, por meio de técnicas de análise estatística do processo, e também o um suporte mais confiável para a tomada de decisões.

Conforme ilustrado na figura abaixo, o *software* de BI realiza uma requisição de informações, por meio de um servidor OLAP Mondrian que realizada a consulta através da linguagem MDX, em um *Data Warehouse* que contém os dados da empresa. O resultado da consulta retorna ao servidor que transfere os dados para o *software* de BI, este *software* exporta um arquivo XML que é utilizado como entrada de dados ferramenta de análise estatística.

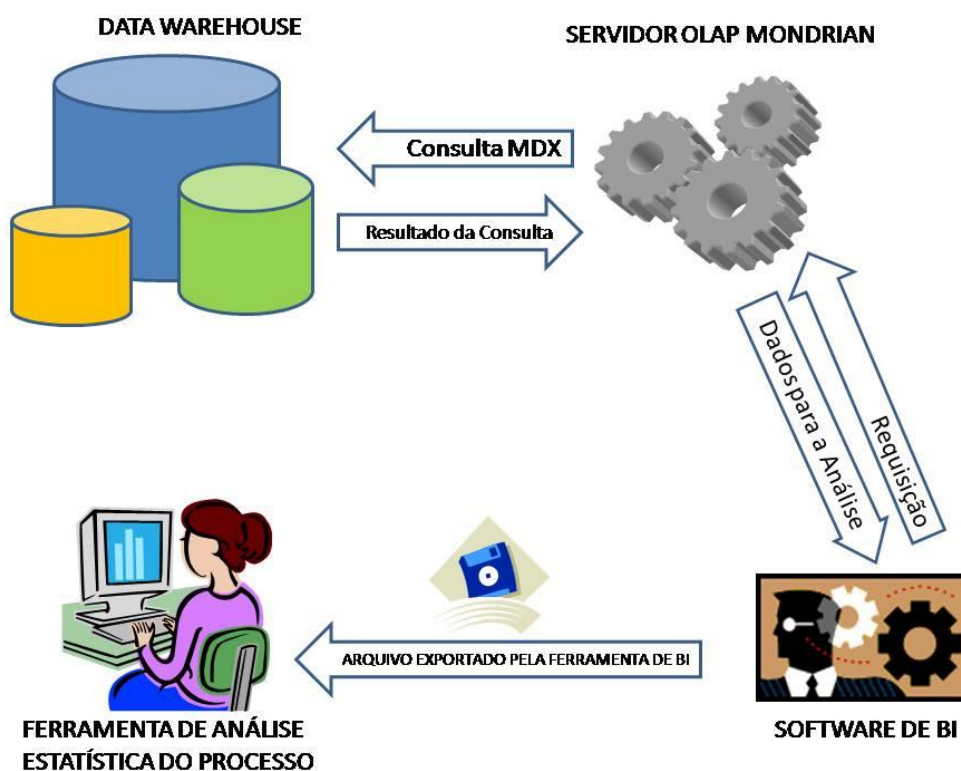


Figura 3: Proposta utilização da ferramenta.

4.2 Descrição do Sistema

A Ferramenta WEB de Análise Estatística de Processos é um sistema que realiza análises estatísticas de processos utilizando cartas de controle, através de uma interface web, de maneira *on demand* (sob demanda) para o usuário final.

Esta ferramenta visa facilitar a integração com os *softwares* de BI disponíveis, utilizando o arquivo XML gerado pelo *Mondrian*, por se tratar de uma tecnologia consolidada, largamente utilizada em ferramentas de BI e por possuir padrões aceitos internacionalmente para estes fins.

A atividade de análise estatística, por meio da ferramenta desenvolvida, traz uma visão mais clara e simplificada da variação de um determinado processo ao usuário final. O estudo desta variação pode auxiliar os gestores na detecção de situações anormais no objeto de estudo, proporcionando apoio a tomada de decisões e uma melhor gestão do processo analisado.

A utilização consiste em três etapas: carregamento do arquivo, seleção dos dados e análise do processo. No primeiro é realizado o *upload* do arquivo XML gerado pela ferramenta de BI utilizado. Na segunda etapa são selecionados o item e o fato a serem analisados. No terceiro acontece a análise propriamente dita, no qual é possível a visualização dos gráficos, alertas de variações fora dos limites e edição dos valores para reanálise. Este último passo será realizado de forma semi-automática, pois o sistema alerta o usuário sobre possíveis anormalidades e o usuário definirá se estas são verdadeiras e se impactam sobre o processo.

O *software* analisa os dados contidos no XML exportado pela ferramenta de BI a procura das informações relevantes para a análise. A primeira atividade realizada é a localização dos objetos contidos no XML e seus respectivos fatos que foram mensurados pela ferramenta de BI. Após conseguir localizar estas informações, é apresentada ao usuário uma tela na qual seleciona o objeto e o fato que se deseja analisar.

Possuindo os dados necessários para a próxima etapa, o *software* localiza todas as informações referentes ao fato em questão e as armazena os dados, em seguida aciona os métodos matemáticos que calculam os valores de amplitude

móvel e posteriormente são calculados as médias e limites para que os gráficos possam ser plotados.

Finalmente é executado o método que localiza os pontos que não estão compreendidos entres os limites máximos e mínimos, que foram calculados segundo o modelo proposto por Shewhart. Este método alerta o usuário automaticamente quando o processo foi considerado fora de controle, ou seja, algum ponto está fora dos limites estipulados.

4.3 Levantamento de requisitos

4.3.1 Requisitos

- Importar arquivo;
- Selecionar objeto;
- Selecionar fato;
- Gerar gráfico de amplitude móvel;
- Gerar gráfico de valores individuais;
- Analisar resultados;
- Editar valores;
- Limitar tempo da análise.

4.3.2 Atores

- Usuário;
- Usuário especialista.

4.4 Casos de uso

Como parte da composição da modelagem do sistema desenvolvido, foi utilizado o seguinte diagrama de casos de uso.

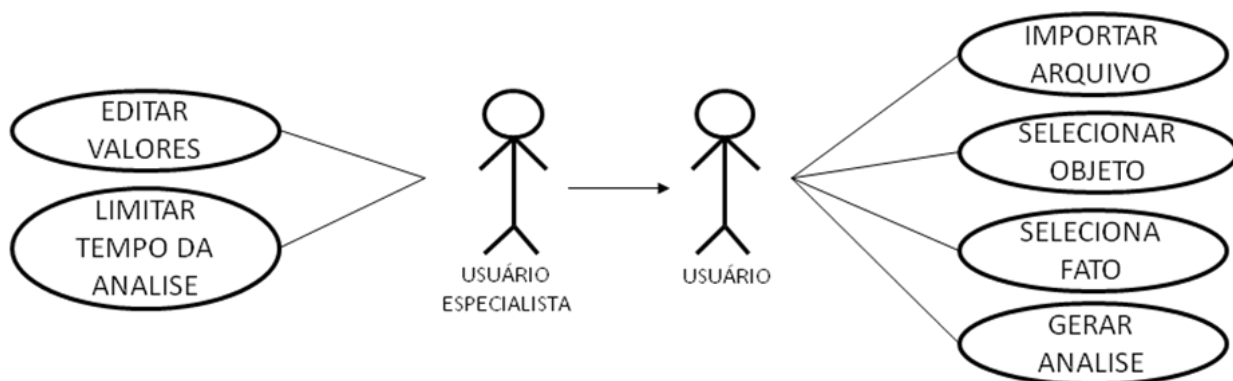


Figura 4: Diagrama de casos de uso da ferramenta

4.4.1 Descrição dos casos de uso

A tabela 1 traz os casos de uso do sistema, juntamente com suas descrições e respectivos atores.

Tabela 2: Casos de uso do sistema

Caso de Uso	Ator	Descrição
Importar Arquivo	Usuário	O usuário seleciona o arquivo a ser analisado e realiza o <i>upload</i> através da ferramenta
Selecionar Objeto	Usuário	O usuário define qual é o objeto a ser analisado
Selecionar Fato	Usuário	O usuário define qual é o fato a ser estudado
Gerar Analise	Usuário	O usuário executa a análise construída para obtenção dos resultados
Editar Valores	Usuário Especialista	O usuário especialista edita os valores conforme julga necessário para obter um melhor resultado da análise
Limitar Tempo da Análise	Usuário Especialista	O usuário especialista define uma data inicial e uma data final, dentro do conjunto de dados importado,

		para obter uma análise mais específica
--	--	--

O quadro 1 apresenta a ação de importar o arquivo para a ferramenta, esta ação é executada pelo usuário.

Quadro 1: Descrição de caso de uso: Importar Arquivo

Caso de uso: Importar Arquivo
Ator: Usuário
Pré-requisito: Possuir o arquivo XML gerado no padrão OLAP Mondrian
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a tela de <i>upload</i> 2. Usuário localiza o arquivo a ser importado 3. O usuário completa o carregamento avançando ao próximo passo

A descrição do caso de uso demonstrado no quadro 2, discorre sobre o ato de selecionar o objeto a ser analisado dentre os dados contidos no XML importado, sendo realizado pelo usuário.

Quadro 2: Descrição de caso de uso: Selecionar Objeto

Caso de uso: Selecionar Objeto
Ator: Usuário
Pré-requisito: Ter importado o arquivo XML para a ferramenta
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a tela de seleção 2. Seleciona o objeto dentre os contidos na lista 3. Atua o botão “selecionar”

No quadro 3, é disposta a descrição do caso de uso de selecionar o fato dentre os disponíveis no arquivo importado. Esta ação é realizada pelo usuário.

Quadro 3: Descrição de caso de uso: Selecionar Fato

Caso de uso: Selecionar Fato
Ator: Usuário
Pré-requisito: Ter selecionado o objeto a ser estudado
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a tela de seleção 2. Seleciona o fato dentre os conteúdos na lista 3. Atua o botão “selecionar”

Abaixo é apresentado o quadro 4, que diz respeito ao caso de uso do processo de Geração da Análise, também realizado pelo usuário.

Quadro 4: Descrição de caso de uso: Gerar Análise

Caso de uso: Gerar Análise
Ator: Usuário
Pré-requisito: Ter selecionado o objeto e o fato a serem estudados
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a tela das análises 2. Atua o botão analisar dados

O quadro 5 apresenta a descrição do caso de uso de editar valores, esta ação só pode ser executada por um especialista do domínio.

Quadro 5: Descrição de caso de uso: Editar Valores

Caso de uso: Editar Valores
Ator: Usuário Especialista
Pré-requisito: Ter o resultado da análise
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a aba “Tabela de Valores” 2. Edita o valor desejado 3. Atua o botão salvar

A descrição do caso de uso limitar período analisado, está descrita no quadro 6. Esta ação permite ao usuário realizar outra análise dentro de um sub período contido no arquivo importado e deve ser executado pelo usuário especialista.

Quadro 6: Descrição de caso de uso: Limitar Período da Análise

Caso de uso: Limitar Período da Análise
Ator: Usuário Especialista
Pré-requisito: Ter o resultado da análise
Fluxo Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário acessa a aba “Tabela de Valores” 2. Seleciona o período que deseja definir como início da análise e atua o botão “início” 3. Seleciona o período que deseja definir como fim da análise e atua o botão “fim”
Fluxo Alternativo: <ol style="list-style-type: none"> 3. a: Item definido como fim do período é posterior ao definido como início 3. a.1: O sistema retorna uma mensagem informando ao usuário o problema ocorrido 3. a.2: Caso de uso retorna ao passo 2.

4.5 Arquitetura

A arquitetura da aplicação foi dividida em duas partes: Interface e Regras de Negócio. As classes que compõem o pacote de interface possuem somente atributos e métodos referentes à apresentação gráfica e a interação da ferramenta com o usuário.

A parcela que corresponde às Regras de Negócio forma todo o processamento das informações do arquivo, realizando o carregamento, tratamento, SELEÇÃO dos dados, análises e alterações.

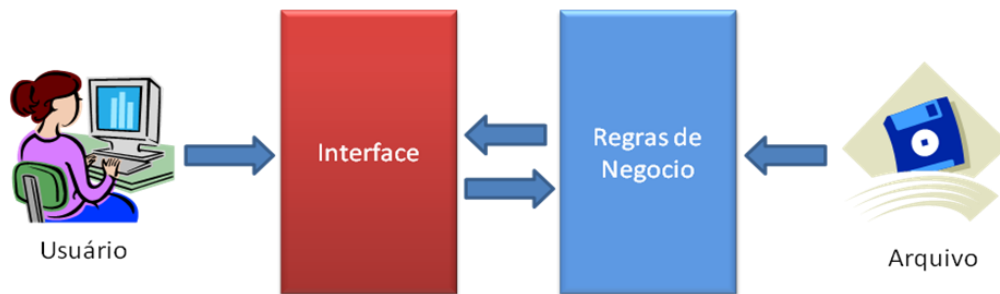


Figura 5: Arquitetura Utilizada

4.6 Diagrama de Classes

Conforme descrito na seção que diz respeito à arquitetura do sistema, foram utilizados dois pacotes no desenvolvimento. O diagrama de classes apresentado na figura 5 demonstra a implementação das classes do sistema.

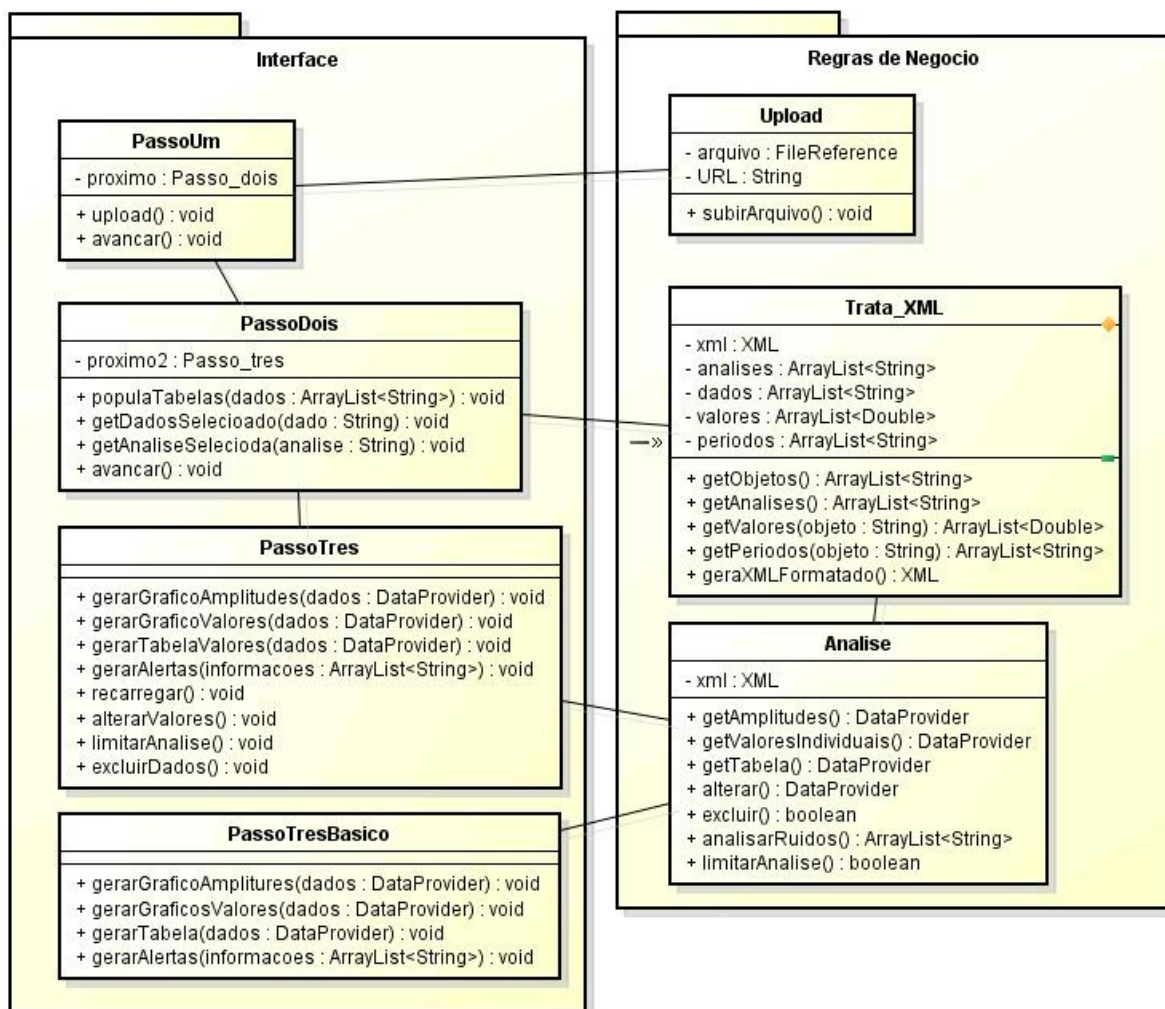


Figura 6: Diagrama de Classes

5 Análise da Ferramenta

Após o desenvolvimento da aplicação, nesta sessão será apresentada a forma de utilização da ferramenta desenvolvida.

O uso segue uma série de passos que se inicia na ferramenta de BI, onde o usuário irá selecionar os dados que deseja estudar, na Figura 7 é apresentada a tela de um software de BI na qual o usuário monta sua análise.

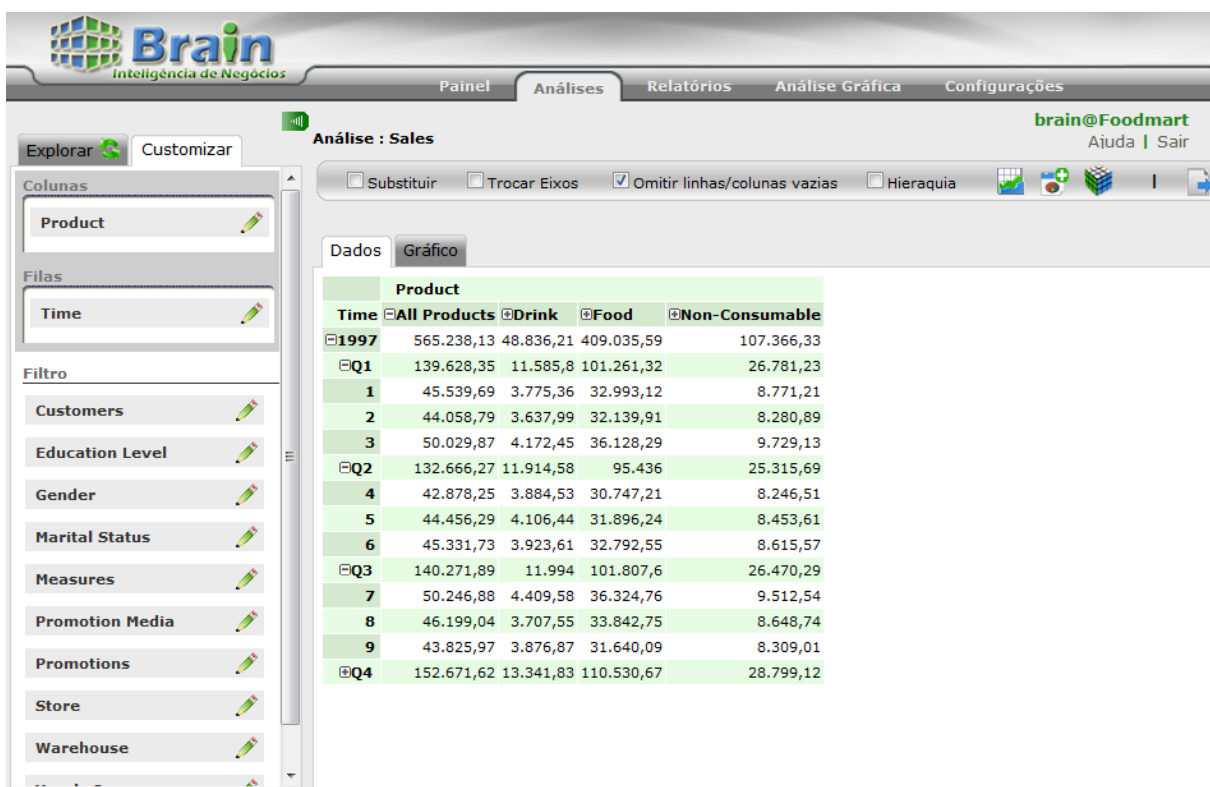


Figura 7: Tela de um sistema de BI

Após a seleção dos dados relevantes ao estudo, o usuário deve prepará-los para que estes possam ser utilizados pela ferramenta desenvolvida neste trabalho. O arquivo deve ser exportado pela ferramenta de BI em um arquivo XML como o no exemplo mostrado na Figura 8.

```

- <xml version="1.0" encoding="UTF-8">
- <analise>
  - <fila nome="Time" tipo="Q1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="All Products" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="21588" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="66291" />
      <coluna id="3" nome="Measures" tipo="Store Sales" valor="139628.35" />
      <coluna id="4" nome="Measures" tipo="Profit" valor="$83876.11" />
      <coluna id="5" nome="Measures" tipo="Store Cost" valor="55752.24" />
    </fila>
  </fila>
  - <fila nome="Time" tipo="Q1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="Drink" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="1959" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="5976" />
      <coluna id="3" nome="Measures" tipo="Store Sales" valor="11585.80" />
      <coluna id="4" nome="Measures" tipo="Profit" valor="$6964.30" />
      <coluna id="5" nome="Measures" tipo="Store Cost" valor="4621.50" />
    </fila>
  </fila>
  - <fila nome="Time" tipo="Q1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="Food" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="15539" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="67809" />
      <coluna id="3" nome="Measures" tipo="Store Sales" valor="101261.32" />
      <coluna id="4" nome="Measures" tipo="Profit" valor="$60814.47" />
      <coluna id="5" nome="Measures" tipo="Store Cost" valor="40446.85" />
    </fila>
  </fila>
  - <fila nome="Time" tipo="Q1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="Non" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="4090" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="12506" />
      <coluna id="3" nome="Measures" tipo="Store Sales" valor="26781.23" />
      <coluna id="4" nome="Measures" tipo="Profit" valor="$16097.34" />
      <coluna id="5" nome="Measures" tipo="Store Cost" valor="10683.89" />
    </fila>
  </fila>
  - <fila nome="Time" tipo="1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="All Products" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="7034" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="41628" />
      <coluna id="3" nome="Measures" tipo="Store Sales" valor="45539.69" />
      <coluna id="4" nome="Measures" tipo="Profit" valor="$27361.20" />
      <coluna id="5" nome="Measures" tipo="Store Cost" valor="18178.49" />
    </fila>
  </fila>
  - <fila nome="Time" tipo="1" id="0">
    - <fila nome="Product" tipo="Drink" id="1">
      <coluna id="1" nome="Measures" tipo="Sales Count" valor="624" />
      <coluna id="2" nome="Measures" tipo="Unit Sales" valor="1910" />

```

Concluído

Figura 8: Formato do arquivo XML esperado para uso da ferramenta

Possuindo o arquivo XML no formato esperado, o usuário deve acessar o sistema e, no primeiro passo, importar o arquivo através da tela inicial, ao clicar no botão “Carregar Arquivo” e localizá-lo, conforme Figura 9. Depois de realizada a seleção do arquivo o usuário deve clicar no botão “Próximo Passo”.

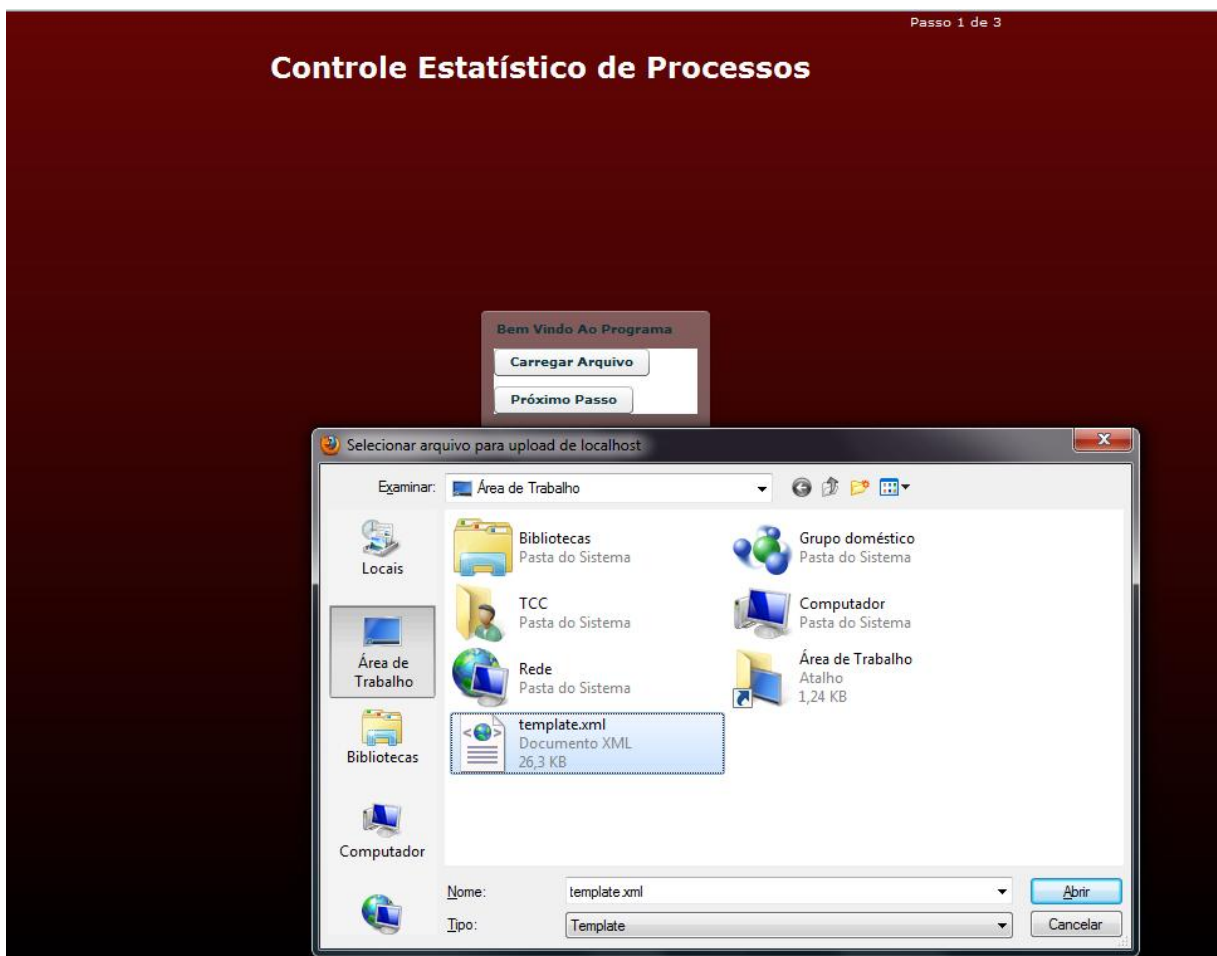


Figura 9: Tela de importação dos dados no sistema

A análise do fato e do item analisado é muito importante, pois uma análise de BI pode conter inúmeros objetos e fatos, deste modo a ferramenta possibilita ao usuário definir qual é o escopo do estudo, conforme demonstrado na Figura 10, que traz a segunda tela do sistema.



Figura 10: Tela de escolha dos objetos estudados

O usuário pode optar por uma análise básica, onde só está disponível a leitura os gráficos e valores, esta opção deve ser utilizada por usuários que não possuem conhecimentos avançados sobre o domínio, porém necessitam visualizar a variação ocorrida no período em questão. Outra opção disponível é a análise avançada, nesta sessão o usuário poderá alterar os dados e delimitar o tempo de início de fim da análise, descartando determinadas amostras para que sua análise se torne mais específica.

No terceiro e último passo são apresentadas as análises estatísticas através das cartas de controle de Shewhart são geradas. São disponibilizados os gráficos de valores individuais, amplitudes móveis e a tabela que contém os valores importados.

Na aba “Gráfico de Valores Individuais” o usuário pode analisar o gráfico de valores individuais, que apresenta os pontos que correspondem aos valores em sua determinada escala de tempo. O eixo Y representa os valores e o eixo X representa o tempo, conforme demonstrado na Figura 11.

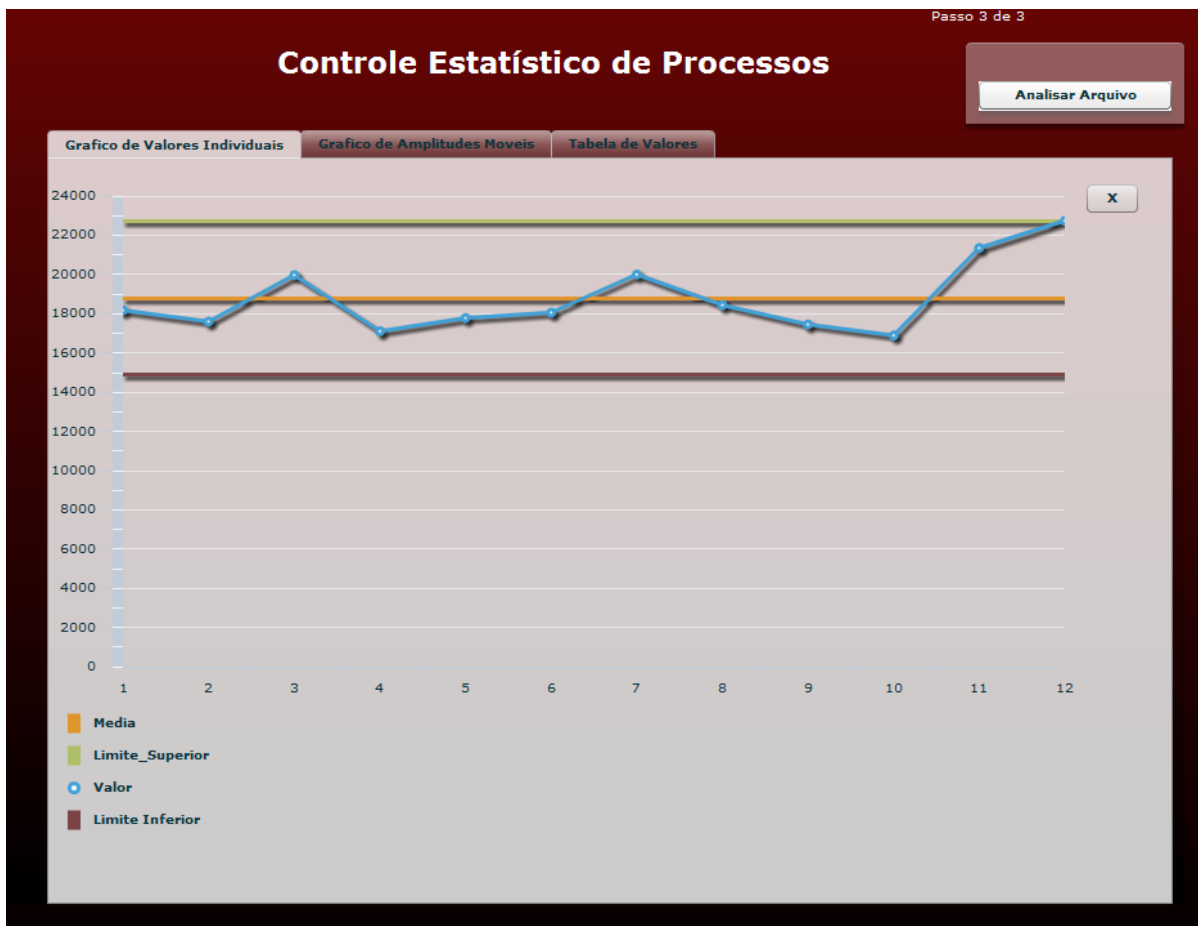


Figura 11: Tela do sistema do gráfico de valores individuais

Os limites para os gráficos de amplitudes móveis e valores individuais são calculados automaticamente e, se caso algum ponto estiver localizado fora dos limites, o software alerta o usuário através de uma caixa de diálogo que traz a informação do valores máximo, o valor encontrado e o tempo em que processo saiu de controle, conforme demonstrado na Figura 12.

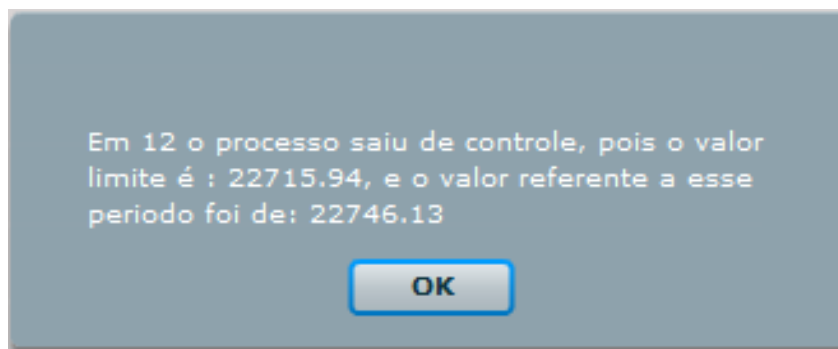


Figura 12: Alerta do sistema para valores fora dos limites

A ferramenta também disponibiliza ao usuário o gráfico de amplitudes móveis. Através deste gráfico é possível a verificação da variação dos dados no decorrer do tempo e se alguma variação esta fora do limite estabelecido, conforme demonstrado a Figura 13.



Figura 13: Tela do sistema do gráfico de amplitudes móveis

A apresentação dos dados para o usuário é feita por meio de uma tabela que é acessada através da aba “Tabela de Valores”. Como é visto na Figura 14, estes dados são demonstrados em duas colunas onde uma corresponde ao tempo, e a outra que mostra os valores da análise.

6 Resultados

Após realizar a implementação do sistema, foi necessário comprovar de forma concreta que os resultados obtidos eram coerentes com o que se esperava no início deste trabalho. Nesta seção serão apresentados os testes realizados para que se pudesse assegurar a eficiência e a usabilidade da ferramenta. Foram utilizadas a ferramenta de BI Brain e a base de dados FoodMart para se realizar os testes.

A ferramenta Brain faz parte do projeto Sicoop (sistema informatizado para apoio a tomada de decisão em cooperativas), totalmente planejado e desenvolvido por docentes e discentes do curso de Sistemas de Informação da UENP (Universidade Estadual do Norte do Paraná) - Campus FALM, e tem como objetivo produzir um *software* de gestão, que tem como base a descoberta de conhecimento para cooperativas agrícolas do Norte do Paraná.

A base de dados FoodMart é um conjunto de dados disponibilizado como exemplo para usuários que utilizam o servidor de consultas multidimensionais OLAP Mondrian.

A primeira análise realizada foi aplicada sobre os valores dos custos de produtos comercializados no período da análise. Após receber o arquivo exportado pela ferramenta Brain, foram selecionados o objeto todos os produtos e o fato custos das vendas.

Logo que a ferramenta realizou a análise dos dados, ela trouxe à tela a informação que no período denominado de “12”, que se trata do mês de dezembro, o processo saiu de controle, pois ultrapassou o valor limite para este período, conforme figura 15. Após a verificação dos dados foi constatado que realmente houve um aumento considerável neste período, deste modo constituiu-se um sinal. Outro ponto que pôde ser observado foi que há uma grande variação entre valores de novembro e dezembro em relação aos demais meses, esta variação teve grande impacto na formação dos limites inferior e superior, este fato pode ser comprovado limitando a análise ao período compreendido entre janeiro a outubro, transformando os valores do limite superior, que era de 22715,94, para 22337,32, e o limite inferior,

que era de 14887,56, que passou a ser de 14509,04, tornando os limites bem mais justos.

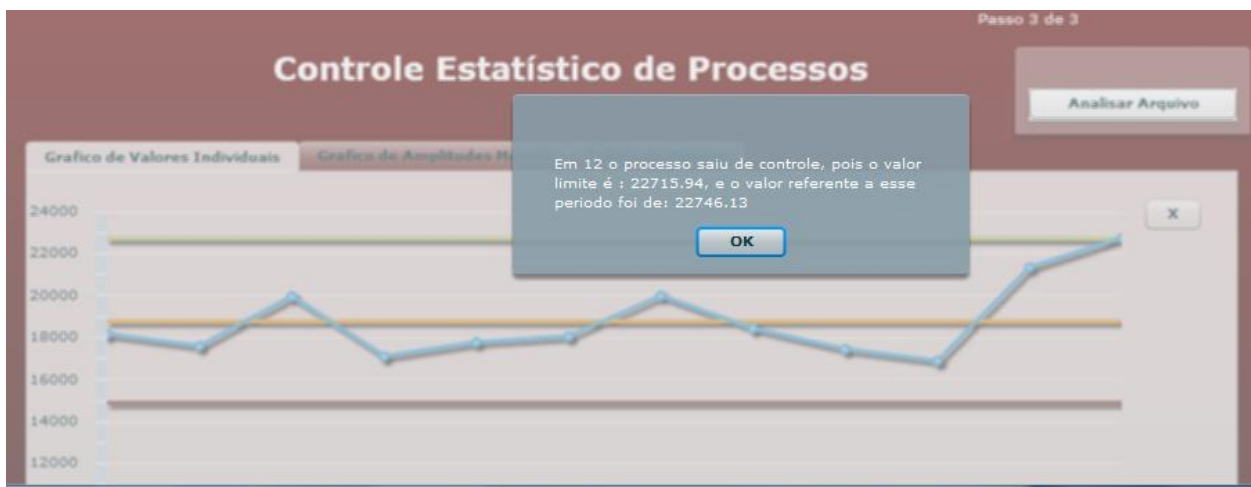


Figura 15: Tela do sistema durante análise de custos

O segundo teste realizado utilizou informações fornecidas pelo departamento de tecnologia da informação de uma indústria de Cambará. Foram fornecidos dados que dizem respeito à quantidade de pacotes de açúcar que são rejeitados na pesagem após estarem embalados e empacotados.

Foi analisado um período de 30 dias e pode-se observar que a quantidade de pacotes rejeitados cresceu de forma brusca nos últimos dias, fator que aumenta os custos da empresa, pois há um grande desperdício de material. Este aumento foi informado à empresa que tomou medidas para a aferição e reparo do dosador que calcula a quantidade de açúcar a ser embalado em cada pacote.

Por motivo da empresa não possuir ferramenta de BI adaptada ao *software* proposto neste trabalho, o arquivo foi composto manualmente, porém se demonstrou muito eficaz para a identificação da variação neste processo.

7 CONCLUSÃO

O estudo realizado pode verificar que as cartas de controle de Shewhart são eficientes para o estudo e apoio da gestão de processos utilizando como entrada os dados provenientes de análises realizadas por ferramentas de BI.

Com a utilização dos conceitos de análise estatística de processos abordados neste trabalho, foi possível vislumbrar-se um método de facilitar a utilização dos resultados das ferramentas de BI, diminuindo as barreiras entre o usuário final e a boa utilização das informações contidas nos dados gerados no dia-a-dia da empresa.

Possibilitar o usuário acesso aos resultados de ferramentas de auxílio a tomada de decisões em negócios, sem a necessidade do auxílio de profissionais especialistas no domínio e técnicos da área de tecnologia da informação, reduz, além de uma grande quantidade de profissionais envolvidos no processo, o tempo necessário para realizar tal análise.

Por sua generalidade, esta ferramenta pode se adequar a qualquer *software* de BI utilizado e, por este motivo e outros motivos, acredita-se que sua utilização possa produzir resultados interessantes.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, João Rui Barbosa de; LOPES, Carlos Edison; SOUZA JR., Maurício Bezerra de. **Monitoramento do processo de compressão de comprimidos de captopril utilizando controle estatístico de processo**. Revista Brasileira de Farmacia, n. 88(2), p. 88-97, 2007.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz César Ribeiro. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2009.

FLORAC, William A.; CARLETON, Anita D. **Measuring the Software Process**. 1. ed., Addison-Wesley Professional, 1999.

HELLMANN, Carolina. **Desenvolvimento web com Adobe Flex e Adobe AIR**, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Joinville, Disponível em < <http://www.comp.ita.br/~gian/tes04/trabalhos/flex-air-all.signed.pdf> > Acessado em 22 de junho de 2011.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 2. ed. [S.I.]: Editora Atlas S.A., 1991.

PRIMAK, Fábio Vinicius. **Decisões com B.I. - Business Intelligence**. 1. ed. [S.I.]: Ciencia Moderna, 2008.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengber ten. **Controle Estatístico do Processo**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2011.

ROMÃO, Luiz Gustavo Detone. **Gerador WEB de Relatórios OLAP Um Protótipo Baseado No Servidor OLAP Mondrian**, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2009.

SOUZA, Angel Vinicius Trocato de; UTIYAMA, Fabiano. **Tecnologia Flex Aplicada Em Sistema Computacional**, Universidade Paranaense (UNIPAR), Paranaiva, Disponível em < <http://antigo.unipar.br/~seinpar/guia/arquivos/artigos/AngelViniciusTrocatoDeSouza.pdf> > Acessado em 22 de junho de 2011.

TULIO, Luciano de Oliveira. **Ferramenta de Análise Estatística de Processo aplicada A um ambiente de BI: Auxiliando No Entendimento Dos Dados e Suas Variações**, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Bandeirantes, 2010.

WHEELER, Donald J.; CHAMBERS, David S. **Understanding Statistical Process Control**. 2. ed. Knoxville: SPC Press, 1992.

WHEELER, Donald J. **Entendendo a Variação - A Chave para Administrar o Caos**. [S.l.]: Qualitymark, 2001.

ZAUDIR, Dalí Cortivo. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Seqüências Curta de Produção e Análise Estatística de Processo Através do Planejamento Econômico**, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005.