



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DIEGO OLIVEIRA ABREU

**ANÁLISE DE ADERÊNCIA DE FERRAMENTAS DE SOFTWARE PARA
APOIAR O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE
SOFTWARE**

Belém - PA
2017

Diego Oliveira Abreu

**ANÁLISE DE ADERÊNCIA DE FERRAMENTAS DE SOFTWARE PARA
APOIAR O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como um dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pelo Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira.

Coorientador: Julio Cezar Costa Furtado.

Belém - PA
2017

Diego Oliveira Abreu

**ANÁLISE DE ADERÊNCIA DE FERRAMENTAS DE SOFTWARE PARA APOIAR O
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como um dos requisitos
para a obtenção do título de Bacharel
em Ciência da Computação, pelo
Curso de Bacharelado em Ciência da
Computação da Universidade Federal
do Pará.

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Faculdade de Computação – ICEN/UFPA – Orientador

Prof. Me. Carlos dos Santos Portela
Universidade Federal do Pará – Cametá – Membro

Prof. Me. Paulo Robson Campelo Malcher
Universidade Federal Rural da Amazônia - Membro

A todos aqueles que, neste momento que considero de mudanças em minha pessoa, tiveram paciência, me apoiaram e incentivaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser benevolente comigo, até mesmo quando acredito que não mereço, sei que sempre estará ao meu lado.

Agradeço aos meus pais, Rinaldo Abreu e Irene Corpes, por todo o esforço que tiveram para proporcionar toda a educação que tive, e espero que este trabalho represente um pouco do meu agradecimento.

Ao Prof. Dr. Sandro Bezerra, por tudo o que aprendi nestes anos participando do projeto SPIDER, pelas orientações e paciência, e por ser o exemplo que me incentiva a seguir na área de engenharia de software.

Aos meus amigos, que até hoje estão e sei que sempre estarão fazendo parte da minha vida.

RESUMO

O Controle Estatístico de Processos é um processo que se faz presente em modelos de qualidade como o CMMI-DEV e MR-MPS-SW nos níveis mais altos de maturidade. Ele tem como objetivo utilizar a Medição, a qual também é um processo presente nos modelos de qualidade mencionados, porém nos níveis mais baixos de maturidade, de forma a controlar os processos medidos e propor uma melhoria contínua dos mesmos. Este trabalho propõe a utilização de ferramentas de software disponíveis no mercado, para a implementação do Controle Estatístico de Processos de acordo com o modelo de qualidade MR-MPS-SW. Com isso, um guia para a implementação é proposto, seguindo os resultados esperados pelo MR-MPS-SW, de forma que as ferramentas de software sejam utilizadas para atender a estes resultados esperados.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processos, Modelos de Qualidade, Medição, Ferramentas para Controle Estatístico de Processos.

ABSTRACT

Statistical Process Control is a process that is present in quality models as CMMI-DEV and MR-MPS-SW, in higher maturity levels. It has as objective, use the process of Measurement, which is also a process present in the mentioned quality models, but in lower maturity levels, to control measured processes and to provide a continuous improvement to the processes. This Term paper proposes the using of software tools available in the industry, to implement the Statistical Process Control following the quality model MR-MPS-SW. Thereby, a guide is proposed for the implementation of the Statistical Process Control, so that the software tools can be used to attend the MR-MPS-SW demands.

Keywords: Statistical Process Control, Quality Models, Measurement, Statistical Process Control Tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – SPC Explorer – Menu <i>Process</i> e botão “ <i>Add Process</i> ”.....	29
Figura 3.2 – SPC Explorer – Adicionando um Processo.....	30
Figura 3.3 – Minitab – Criando um novo <i>worksheet</i>	31
Figura 3.4 – Minitab – Propriedades do <i>worksheet</i>	31
Figura 3.5 – Minitab – Descrição do <i>worksheet</i>	32
Figura 3.6 – QI Macros – Necessidades de Informação.....	33
Figura 3.7 – EPI Data – <i>Title/Abstract</i>	34
Figura 3.8 – EPI Data – Modelo para anotação das necessidades de informação.....	34
Figura 3.9 – QI Macros – Objetivos de Medição.....	36
Figura 3.10 – QI Macros – Planilha de informações dos processos, relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos adicionados.....	39
Figura 3.11 – QI Macros – Planilha de informações dos processos, adição de objetivos quantitativos.....	43
Figura 3.12 – Informações do Processo na Planilha do Processo.....	47
Figura 3.13 – Medidas do processo.....	49
Figura 3.14 – Adicionar Característica.....	50
Figura 3.15 – <i>Worksheet</i>	51
Figura 3.16 – Minitab - Propriedades da Coluna.....	52
Figura 3.17 – Minitab – Descrição da Coluna.....	52
Figura 3.18 – Minitab – Planilha que representa um processo e suas medidas.....	53
Figura 3.19 – Minitab – Planilha que representa um processo e suas medidas. Informações do plano de medição para a medida.....	54
Figura 3.20 – EPI Data – <i>Dataform</i>	55
Figura 3.21 – EPI Data – Propriedades da medida adicionada.....	55
Figura 3.22 – EPI Data – Informações da Medida.....	56
Figura 3.23 – SPC Explorer – Gráfico de uma característica de um processo.....	57
Figura 3.24 – SPC Explorer – Análise das características de um processo.....	57
Figura 3.25 – SPC Explorer – Exemplo de documento exportado.....	58
Figura 3.26 – SPC Explorer – Menu “ <i>Analysis</i> ”.....	59
Figura 3.27 – SPC Explorer – Adicionando nova análise.....	59
Figura 3.28 – SPC Explorer – Adicionando uma característica na análise criada.....	60

Figura 3.29 – SPC Explorer – Análise da “análise” criada.....	60
Figura 3.30 – Minitab – Adicionando os dados coletados.....	61
Figura 3.31 – Minitab – Assistente e Cartas de Controle.....	62
Figura 3.32 – Minitab – Assistente para escolha de gráficos de controle.....	63
Figura 3.33 – Minitab – Definindo propriedades do gráfico a ser construído.....	64
Figura 3.34 – Minitab – Relatório Resumo.....	65
Figura 3.35 – Minitab – Relatório de Estabilidade.....	66
Figura 3.36 – Minitab – Cartão de Relatório.....	66
Figura 3.37 – Minitab – Adicionando gráfico ao relatório.....	67
Figura 3.38 – Minitab – Selecionando a opção “ <i>Project Manager</i> ”.....	68
Figura 3.39 – Minitab – Relatório do Projeto.....	69
Figura 3.40 – Minitab – Imprimindo Relatório.....	70
Figura 3.41 – QI Macros – Inserção de dados coletados para as medidas.....	70
Figura 3.42 – QI Macros – Gráficos de controle.....	71
Figura 3.43 – QI Macros – Gráfico <i>XmR Individuals</i>	72
Figura 3.44 – QI Macros – Dados utilizados para o gráfico <i>XmR Individuals</i>	72
Figura 3.45 – EPI Data Entry Client – Realizando o cadastro dos dados coletados.....	73
Figura 3.46 – EPI Data Analysis – Tela Inicial.....	74
Figura 3.47 – EPI Data Analysis – Gráficos de controle permitidos pelo EPI Data Analysis.....	75
Figura 3.48 – EPI Data Analysis – Informações para a criação do gráfico de controle..	75
Figura 3.49 – EPI Data Analysis – Gráfico de controle criado.....	76
Figura 3.50 – EPI Data Analysis – Salvando gráficos criados.....	77
Figura 3.51 – EPI Data Analysis – Log das operações realizadas.....	77
Figura 4.1 – SPC Explorer – Definir Característica, selecionada a aba “ <i>Properties</i> ” ...	80
Figura 4.2 – EPI Data – EPI Data Analysis, gráficos permitidos.....	81
Figura 4.3 – Xmind – Tela principal.....	82
Figura 4.4 – Xmind – Aba de criação do diagrama de Ishikawa.....	83
Figura 4.5 – Xmind – Inserindo subtópico.....	83
Figura 4.6 – Xmind – Diagrama de Ishikawa.....	84
Figura 4.7 – SPC Explorer – Alerta na entrada de dados, para dados fora dos limites de controle.....	85
Figura 4.8 – SPC Explorer – Menu <i>Traceability</i>	85
Figura 4.9 – SPC Explorer – Tela de adição de causa para variações especiais.....	86

Figura 4.10 – Minitab – Criando o diagrama de Ishikawa.....	87
Figura 4.11 – Minitab – Dados para o diagrama de Ishikawa.....	87
Figura 4.12 – Minitab – Dados para o diagrama de Ishikawa, segunda janela.....	88
Figura 4.13 – Minitab – Diagrama de Ishikawa para as causas das variações especiais.....	88
Figura 4.14 – QI Macros – Aba QI Macros e a opção <i>Fishbone</i>	89
Figura 4.15 – QI Macros – Janela do diagrama de Ishikawa.....	90
Figura 4.16 – QI Macros – Diagrama de Ishiwaka.....	91
Figura 4.17 – SPC Explorer – Definir característica, “aba <i>Regions</i> ”	92
Figura 4.18 – Minitab – Definindo limites de controle.....	93
Figura 4.19 – QI Macros – Dados da planilha de gráfico e limites de controle.....	94
Figura 4.20 – EPI Data – Adicionando limites de controle no gráfico.....	95
Figura 4.21 – QI Macros – Tabela de ações a serem tomadas.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Resultados Esperados para o AP 4.1	24
Quadro 2.2 – Resultados Esperados para o AP 4.2	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro

MR-MPS-SW – Modelo de Referência MPS.BR para Software

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

CEP – Controle Estatístico de Processos

URL – Uniform Resource Locator

CMMI-DEV – Capability Maturity Model Integration for Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Objetivos.....	17
1.2	Motivação.....	18
1.3	Justificativa.....	18
1.4	Metodologia.....	19
1.5	Estrutura do Trabalho.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	Medição em Processos de Software.....	21
2.2	Controle Estatístico de Processos.....	23
2.3	Controle Estatístico de Processos de acordo com o MR-MPS-SW.....	24
2.3.1	AP 4.1 O Processo é Medido.....	24
2.3.2	AP 4.2 O Processo é Controlado.....	25
2.4	Ferramentas de Apoio ao Controle Estatístico de Processos.....	24
2.4.1	SPC Explorer.....	26
2.4.2	Minitab.....	26
2.4.3	QI Macros.....	27
2.4.4	EPI Data.....	27
3	IMPLEMENTAÇÃO DO ATRIBUTO DE PROCESSO 4.1 – O PROCESSO É MEDIDO, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE SOFTWARE.....	28
3.1	Atributo de Processo 4.1 O Processo é Medido.....	28
3.1.1.	(i) Os processos que estão alinhados a objetivos quantitativos de negócio são identificados.....	28
3.1.2	(ii) Foram identificadas as necessidades de informação dos processos requeridas para apoiar o alcance dos objetivos de negócio relevantes da organização.....	28
3.1.3	(iii) Os objetivos de medição do processo foram definidos a partir das necessidades de informação.....	34

3.1.4	(iv) Relacionamentos mensuráveis entre elementos do processo que contribuem para o desempenho do processo são identificados.....	37
3.1.5	(v) Os objetivos quantitativos para qualidade e desempenho do processo da organização foram definidos e estão alinhados às necessidades de informação e aos objetivos de negócio.....	40
3.1.6	(vi) Os processos que serão objeto de análise de desempenho são selecionados a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação dos usuários dos processos.....	44
3.1.7	(vii) Medidas adequadas para análise de desempenho do processo, incluindo a frequência de realização das medições, são identificadas, definidas e incorporadas ao plano de medição da organização.....	48
3.1.8	(viii) Resultados de medições são coletados, validados e reportados para monitorar o quanto os objetivos quantitativos para o desempenho do processo foram alcançados.....	56
4	IMPLEMENTAÇÃO DO ATRIBUTO DE PROCESSO 4.2 – O PROCESSO É CONTROLADO, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE SOFTWARE.....	79
4.1	Atributo de Processo 4.2 O Processo é Controlado.....	79
4.1.1	(i) Técnicas para análise dos dados coletados são selecionadas.....	79
4.1.2	(ii) Dados de medições são analisados com relação a causas especiais (atribuíveis) de variação do processo.....	81
4.1.3	(iii) O desempenho do processo é caracterizado.....	91
4.1.4	(iv) Ações corretivas foram executadas para tratar causas especiais de variação.....	95
4.1.5	(v) Se necessário, análises adicionais são realizadas para avaliar o processo sob o efeito de causas especiais de variação.....	97
4.1.6	(vi) Modelos de desempenho do processo são estabelecidos, melhorados e ajustados em função do conhecimento adquirido com o aumento de dados históricos, compreensão das características do processo ou mudanças no próprio negócio da organização.....	98
5	CONCLUSÃO.....	99
5.1	Considerações Finais.....	99
5.2	Contribuições.....	99
5.3	Limitações.....	100

5.4	Trabalhos Futuros.....	100
	REFERÊNCIAS.....	101

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de software tem se tornado uma atividade cada vez mais complexa ao longo dos anos, as exigências por parte dos clientes são cada vez maiores em relação à qualidade dos produtos desenvolvidos (SEI, 2010). Com isso, modelos de qualidade, como Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MR-MPS-SW) (SOFTEX, 2016a) e *Capability Maturity Model Integration for Development* (CMMI-DEV) (SEI, 2010), buscam garantir e melhorar cada vez mais a qualidade na produção de software. Para isso, utilizam-se várias técnicas, como por exemplo, a medição de processos nos níveis mais baixos de maturidade, e nos níveis mais altos, o Controle Estatístico de Processos (CEP).

Este trabalho tem como foco o CEP, o qual pode ser considerado um passo após a medição, pois o mesmo a utiliza para recolher os dados necessários para sua execução. O CEP, como um processo que visa a qualidade na produção, propõe o controle do processo em relação à sua produção, e com o controle propor melhorias para que o processo aumente sua produção e diminua seu esforço ou custo. Entretanto, existe um conjunto de dificuldades para a implementação do CEP, como o seu custo, a dificuldade em organizar e selecionar medidas, processos e subprocessos adequados, entre outros. O CEP tem como objetivo aumentar a capacidade dos processos, reduzir o retrabalho, e, por consequência, o custo da má qualidade. Assim ele proporciona às empresas a base para melhorar a qualidade de produtos e serviços e, simultaneamente, reduzir substancialmente o custo da má qualidade (RIBEIRO e CATEN, 2012). Para ajudar na implementação do CEP, modelos de qualidade são de grande importância pois abordam o CEP em seus níveis mais altos de maturidade.

Contudo, mesmo com modelos de qualidade que propõem práticas bem definidas para a implementação do CEP, a carência de ferramentas de software que auxiliem nessa implementação faz com que haja um “trabalho braçal” desnecessário, diminuindo assim a eficiência da realização do CEP em processos de software. A utilização do CEP em organizações de software requer criteriosidade, para tarefas operacionais há diversos aplicativos no mercado que apoiam a construção dos gráficos de controle, mas é indispensável entender que o CEP não consiste em apenas construir gráficos de controle a partir de alguns dados de entrada (ROCHA; SOUZA, BARCELLOS, 2012). As ferramentas de software existentes no mercado com objetivo de executar o CEP são voltadas para a área de manufatura e não abrangem à maioria das práticas recomendadas

por modelos de qualidade como o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016a) e CMMI-DEV(SEI, 2010).

Portanto, este trabalho tem como objetivo contribuir com a implementação do CEP em empresas desenvolvedoras de software, fornecendo um guia para a implementação do CEP usando as recomendações do MR-MPS-SW e ferramentas de software.

Neste capítulo serão introduzidos os objetivos deste trabalho na Seção 1.1, a motivação para o desenvolvimento deste trabalho na Seção 1.2, a justificativa para a construção deste trabalho e do guia para a implementação do CEP usando ferramentas de software na Seção 1.3, a metodologia utilizada para a construção deste trabalho na Seção 1.4, e a estrutura do trabalho na Seção 1.5.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo proporcionar um guia com orientações à implementação do Controle Estatístico de Processos (CEP) com a utilização de ferramentas de software adequadas às práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW. A partir do acesso a este guia, pretende-se facilitar a implementação do CEP em empresas desenvolvedoras de software atendendo os resultados esperados constantes no MR-MPS-SW.

Para alcançar este objetivo, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Estudar o Controle Estatístico de Processos;
- Analisar as práticas que constituem o Controle Estatístico de Processos no MR-MPS-SW;
- Escolher e estudar ferramentas de software que realizam Controle Estatístico de Processos;
- Mapear as práticas do MR-MPS-SW para as funcionalidades das ferramentas de software;
- Gerar um guia com orientações sobre a implementação do Controle Estatístico de Processos com o apoio de ferramentas de software adequadas;
- Proporcionar uma implementação do Controle Estatístico de Processos seguindo as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW, utilizando ferramentas de softwares.

1.2 Motivação

Dada a alta demanda de softwares de qualidade no cenário atual, ferramentas ou processos para o apoio à implementação de qualidade estão sempre sendo implementadas com o objetivo de melhorar a produção dos softwares pelas empresas. A Medição de Software, como um desses processos, está presente em modelos de referência como o CMMI-DEV e o MR-MPS-SW. Nos níveis de mais alta maturidade nesses modelos, espera-se que o Controle Estatístico de Processos seja realizado a partir dos dados coletados pela medição de software.

O seguinte parágrafo sintetiza a relação entre a medição tradicional, realizada nos níveis mais baixos de maturidade, e o controle estatístico de processos, realizado nos níveis mais altos de maturidade:

Nos níveis iniciais, como os níveis G a C do MR-MPS e os níveis 2 e 3 do CMMI, é realizada a medição tradicional, que consiste, basicamente, na definição de medidas, realização de estimativas, coleta de dados da execução dos projetos e comparação dos dados coletados com os valores estimados. Nos níveis mais elevados de maturidade, tais como os níveis B e A do MR-MPS e os níveis 4 e 5 do CMMI, a medição tradicional ainda é realizada, mas não é suficiente. Nesses níveis é necessário realizar o controle estatístico dos processos de software para conhecer seu comportamento, determinar o seu desempenho em execuções anteriores e a partir daí prever seu desempenho em projetos correntes e futuros, verificando se são capazes de atender os objetivos de desempenho e qualidade estabelecidos identificando ações corretivas e de melhoria quando apropriado (ROCHA; SOUZA, BARCELLOS, 2012, p. 57).

Assim, a motivação deste trabalho é apoiar a implementação do controle estatístico de processos utilizando ferramentas de software adequadas e seguindo as práticas recomendadas pelos modelos de referência, de forma que o CEP seja estabelecido com sucesso e com menos esforço. Dessa forma, preenchendo a lacuna existente em relação à carência de ferramentas de software específicas para o CEP em processos de software.

1.3 Justificativa

O controle estatístico de processos, sendo originado não na área de software, mas na área de manufatura, não possui muitas ferramentas capazes de se adequar ao que é esperado pelos modelos de referência como o CMMI-DEV (SEI, 2010) e o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016a). Empresas encontram dificuldades na aplicação do CEP, devido à falta de ferramentas desenvolvidas especificadamente para o controle estatístico em processos de software, que atendam os requisitos dos modelos de referência de melhoria de processos de software. Com isso, deve-se adequar as práticas esperadas pelos modelos de referência às funcionalidades disponibilizadas pelas ferramentas no mercado atual.

Este trabalho, com o guia para a implementação do CEP, procura mostrar um bom uso das ferramentas de controle estatístico no mercado para realizar o controle estatístico em processos de software, seguindo as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016a).

1.4 Metodologia

O primeiro passo para a construção deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi estudar os processos de Medição e de Controle Estatístico de Processos. Depois verificar como o CEP é trabalhado em modelos de qualidade como o MR-MPS-SW e o CMMI-DEV. Após o entendimento sobre o funcionamento do CEP, foi iniciada a busca por ferramentas de software criadas para apoiar a realização do CEP.

Para selecionar as ferramentas a serem utilizadas para a análise de aderência, foi feita uma pesquisa na web a procura de ferramentas para Controle Estatístico de Processos mais utilizadas por organizações de software. Para completar a decisão de quais ferramentas selecionar para a análise, foi consultada a opinião de profissionais com conhecimento na área de Medição e CEP.

Após selecionadas as ferramentas, iniciou-se o estudo destas, a partir do entendimento de suas funcionalidades. A partir disso, o mapeamento das funcionalidades para as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW foi realizado. Este mapeamento foi feito em conjunto com o professor orientador e o coorientador, através da técnica de revisão por pares.

A seguir, deu-se início à construção do guia prático da utilização das ferramentas para a realização do Controle Estatístico de Processos de acordo com as orientações do MR-MPS-SW.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Consistiu na introdução do trabalho, onde foi apresentada uma visão geral do trabalho, e resume o que será apresentado nos próximos capítulos do trabalho;
- Capítulo 2 – Consiste na fundamentação teórica do trabalho, apresentando os temas de Medição em Processos de Software e o Controle Estatístico de Processos. Neste capítulo apresenta-se também o CEP de acordo com o nível

B de maturidade do MR-MPS-SW e algumas ferramentas de software disponíveis no mercado, cuja função é a realização do CEP;

- Capítulos 3 e 4 – Estes capítulos destinam-se à apresentação do guia para a implementação do CEP segundo o MR-MPS-SW utilizando ferramentas de software;
- Capítulo 5 – Este capítulo conclui o trabalho, apresentando as considerações finais, contribuições, limitações e a possibilidade de trabalhos futuros a partir deste TCC.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os temas principais deste trabalho: o Controle Estatístico de Processos (CEP); a definição do CEP no MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro (SOFTEX, 2016a); e a apresentação de algumas ferramentas disponíveis no mercado atualmente, as quais foram desenvolvidas para realizar o Controle Estatístico de Processos.

Vale lembrar que o Controle Estatístico de Processos faz parte das práticas de vários modelos de qualidade e não se restringe a modelos de melhoria do processo de software. Portanto, as ferramentas no mercado atual não se restringem à realização do CEP em desenvolvimento de software, mas no desenvolvimento de qualquer produto.

Antes de adentrar no Controle Estatístico de Processos, é necessário primeiro falar de Medição, na seção a seguir será apresentada a prática de Medição em processos de software.

2.1 Medição em Processos de Software

Para falar de medição em processos de software é preciso primeiro descrever o que é um processo de software. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2001), um processo é um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas, que transforma insumos (entradas) em produtos (saídas). Portanto, pode-se considerar que um processo de software envolve a utilização de recursos (insumos), como pessoas, material, energia, equipamento e técnicas, para a produção de softwares (produtos).

A medição de um processo de software envolve um conjunto de práticas que permitem a caracterização do processo sendo medido, se baseando nas medidas, pode-se controlar, tomar decisões e melhorar a qualidade dos processos em questão (ROCHA, SOUZA e BARCELLOS, 2012).

A medição de processos de software, segundo Florac, Park e Carleton (1997), é a base para a detecção de desvios de uma performance aceitável, sendo também a base para a identificação de oportunidades para a melhoria do processo. Florac, Park e Carleton dizem também que existem três objetivos chave para a medição de processos de software:

1. Coletar dados que meçam a performance de cada processo;

2. Analisar a performance de cada processo;
3. Reter e usar os dados de forma que:
 - 3.1. Avalie a capacidade e estabilidade do processo;
 - 3.2. Interprete os resultados das observações e análises;
 - 3.3. Prediga os custos e performance futuros dos processos;
 - 3.4. Forneçam *baselines* e *benchmarks*;
 - 3.5. Sejam descobertas tendências nos processos;
 - 3.6. Identifiquem oportunidades para a melhoria do processo.

A medição está presente em vários modelos e normas de qualidade, entre eles estão o MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro (SOFTEX, 2016a), CMMI-DEV – *Capability Maturity Model Integration for Development* (SEI, 2010), ISO/IEC 12207 – *Systems and Software Engineering – Software Life Cycle Process* (ISO/IEC, 2008) e ISO/IEC 15504 – *Information Technology – Process Assessment* (ISO/IEC, 2003).

O foco deste trabalho está relacionado ao MR-MPS-SW, devido ao seu grande crescimento de uso e aplicação nas empresas nacionais nos últimos anos e por ser um modelo brasileiro reconhecido pela sua qualidade na área de melhoria de processos de software. O MR-MPS-SW divide os níveis de maturidade em G (Parcialmente Gerenciado), F (Gerenciado), E (Parcialmente Definido), D (Largamente Definido), C (Definido), B (Gerenciado Quantitativamente) e A (Em Otimização). O nível de maturidade é definido pelo MR-MPS-SW como o “grau de melhoria de processo para um predeterminado conjunto de processos, no qual todos os resultados esperados do processo e dos atributos dos processos são atendidos”. Dentre estes níveis de maturidade, o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016) requer que a Medição seja realizada desde o nível F, onde o projeto é gerenciado. Segundo o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016), o propósito da medição é “coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais”.

O MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016a) espera que os seguintes resultados sejam alcançados através da medição, para o nível F de maturidade:

1. Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos de negócio da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais;
2. Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e definido, priorizado, documentado, revisado e, quando pertinente, atualizado;
3. Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados;
4. Os procedimentos para a análise das medidas são especificados;
5. Os dados requeridos são coletados e analisados;
6. Os dados e os resultados das análises são armazenados;
7. Os dados e os resultados das análises são comunicados aos interessados e são utilizados para apoiar decisões.

2.2 Controle Estatístico de Processos

Foi necessário, antes de começar a falar de Controle Estatístico de Processos (CEP), fazer uma breve introdução à Medição de Software, pois o Controle Estatístico de Processos utiliza da medição para fazer o controle dos processos.

Diferente da medição, que é requerida no nível F de maturidade do MR-MPS-SW, o Controle Estatístico de Processos é inserido apenas nos níveis mais altos de maturidade, B e A. Nesses níveis a medição tradicional ainda é realizada, mas não é suficiente. A partir desses níveis é necessário realizar o controle estatístico dos processos de software para conhecer seu comportamento, determinar seu desempenho em execuções anteriores e prever seu desempenho em projetos correntes e futuros. Dessa forma, tornando possível a análise do desempenho do processo em relação aos objetivos desejados e a identificação de oportunidades de melhoria para o processo (BARCELLOS, 2009).

“O controle estatístico de processos utiliza dados coletados em projetos executados na organização para analisar o comportamento dos processos organizacionais instanciados nos projetos. O objetivo inicial é obter processos estáveis, isto é, processos cujo comportamento seja repetível e, conseqüentemente, previsível. Processos instáveis devem ter suas causas de instabilidade investigadas e devem ser identificadas e realizadas ações corretivas para sua estabilização. Uma vez estáveis, ações que visam à melhoria da capacidade dos processos podem ser identificadas e realizadas, conduzindo à melhoria contínua dos processos.” (ROCHA, SOUZA e BARCELLOS, 2012, p. 57)

A análise dos dados coletados pela medição, realizada pelo controle estatístico de processos, utiliza métodos estatísticos e gráficos de controle para fornecer informações sobre o desempenho dos processos. Isto provê aos engenheiros de software e gerentes de projetos uma visão quantitativa do comportamento dos processos de software (ROCHA, SOUZA e BARCELLOS, 2012).

O CEP começa com a medição de software e a utiliza de forma mais eficaz, aplicando melhorias no processo assim que ações que possam melhorar o desempenho do processo ou que corrijam alguma falha do processo sejam encontradas. Portanto, as melhorias do processo não serão feitas apenas para os próximos projetos, mas de acordo com o andamento dos projetos sendo realizados.

Na próxima seção será apresentado como o Controle Estatístico de Processos é tratado pelo MR-MPS-SW a partir do nível B de maturidade.

2.3 Controle Estatístico de Processos de acordo com o MR-MPS-SW

O Modelo de Referência de Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MR-MPS-SW) introduz o Controle Estatístico de Processos no Guia de Implementação – Parte 6: Fundamentação para Implementação do Nível B do MR-MPS-SW:2016 (SOFTEX, 2016b) onde são apresentados os Atributos de Processos (AP) referentes à utilização da medição com o CEP. Segundo ISO/IEC (2015), citado por SOFTEX (2016a, p.7), um Atributo de Processo é uma característica mensurável da capacidade do processo aplicável a qualquer processo, ou seja, são as características necessárias para um processo ser capaz de cumprir seu objetivo. Neste guia, os AP 4.1 – O processo é medido e AP 4.2 – O processo é controlado são explicados e um guia das práticas necessárias para suas implementações é proposto. A seguir, as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW para os Atributos de Processos mencionados são apresentadas.

2.3.1 AP 4.1 O processo é medido

O AP 4.1 é dividido em itens que vão de (i) a (viii), os quais representam os resultados da execução completa deste atributo de processo, o Quadro 2.1 apresenta tais itens.

Quadro 2.1 – Resultados Esperados para o AP 4.1

Item	Resultado Esperado
(i)	Os processos que estão alinhados a objetivos quantitativos de negócio são identificados.
(ii)	Foram identificadas as necessidades de informação dos processos requeridas para apoiar o alcance dos objetivos de negócio relevantes da organização.
(iii)	Os objetivos de medição do processo foram definidos a partir das necessidades de informação.
(iv)	Relacionamentos mensuráveis entre elementos do processo que contribuem para o desempenho do processo são identificados.
(v)	Os objetivos quantitativos para qualidade e desempenho do processo da organização foram definidos e estão alinhados às necessidades de informação e aos objetivos de negócio.
(vi)	Os processos que serão objeto para análise de desempenho são selecionados a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação dos usuários dos processos.
(vii)	Medidas adequadas para análise de desempenho do processo, incluindo a frequência de realização das medições, são identificadas, definidas e incorporadas ao plano de medição da organização.
(viii)	Resultados de medições são coletados, validados e reportados para monitorar o quanto os objetivos quantitativos para o desempenho do processo foram alcançados.

2.3.2 AP 4.2 O processo é controlado

O AP 4.2 é dividido em itens que vão de (i) a (vi), os quais representam os resultados da execução completa deste atributo de processo, o Quadro 2.2 apresenta tais itens.

Quadro 2.2 – Resultados Esperados para o AP 4.2

Item	Resultado esperado
(i)	Técnicas para análise dos dados coletados são selecionadas.
(ii)	Dados de medições são analisados com relação a causas especiais(atribuíveis) de variação do processo.
(iii)	O desempenho do processo é caracterizado.
(iv)	Ações corretivas foram executadas para tratar causas especiais de variação.
(v)	Se necessário, análises adicionais são realizadas para avaliar o processo sob o efeito de causas especiais de variação.
(vi)	Modelos de desempenho do processo são estabelecidos, melhorados e ajustados em função do conhecimento adquirido com o aumento de dados históricos, compreensão das características do processo ou mudanças no próprio negócio da organização.

2.4 Ferramentas de Apoio ao Controle Estatístico de Processos

O CEP, como foi visto nas seções anteriores, não se atém a apenas construção de gráficos ou uso de técnicas estatísticas. Para a implementação do CEP nas organizações

é preciso profissionais qualificados e um esforço considerável da organização. No mercado estão disponíveis diversas ferramentas que realizam a construção de gráficos de controle e os cálculos para o controle estatístico, porém elas se atêm a apenas cálculos e gráficos e não atendem a todas as práticas recomendadas pelos modelos de qualidade, como o MR-MPS-SW, o qual exige além da construção e análise dos gráficos de controle, um planejamento e gerenciamento da medição e do controle dos processos.

A seguir serão apresentadas as ferramentas estudadas por este trabalho, as quais foram desenvolvidas para a realização do CEP, não necessariamente com foco em processos de software, pois ferramentas com este foco são escassas no mercado.

2.4.1 SPC Explorer

Desenvolvido pela empresa *Quality America Inc.*, o SPC Explorer é um software que proporciona gerenciamento de dados, gráficos de controle em tempo real e monitoração de processos. Disponível pela URL: <http://qualityamerica.com/spc-software/enterprise-solutions/spc-pc-iv-explorer/Overview/>. Dentre suas funcionalidades estão:

- Criação rápida de uma grande variedade de gráficos de controle;
- Fácil gerenciamento de dados e análises com pastas em cascata, agrupadas por cliente, departamento, tipo de produto, etc.;
- Inserção de dados por planilhas ou por formulários de entrada de dados de fácil utilização;
- Exportação de gráficos e estatísticas para arquivos do Microsoft Word;
- Exportação de gráficos, análises, estatísticas e dados para arquivos do Microsoft Excel, para distribuição dos mesmos;
- Salvamento rápido de gráficos como imagens para utilização na web;
- Controle de acesso às funcionalidades via senhas de acesso;
- Análise rápida de dados vindos de arquivos Excel ou outras fontes. Opções são armazenadas para que novos dados sejam analisados rapidamente;
- Criação de fórmulas baseadas nas características da entrada de dados;

2.4.2 Minitab

Pertencente à *Minitab Inc.* e está disponível pela URL: <http://www.minitab.com/pt-br/products/minitab/>. O Minitab proporciona uma série de funcionalidades para seu usuário, dentre elas estão:

- Importação inteligente de dados;
- Manipulação de dados eficiente, diretamente na planilha;
- Exportação de gráficos e resultados para Microsoft Word ou PowerPoint;
- Diagrama de causa e efeito;
- Cartas de controle de variáveis: Xbar, R, S, Xbar-R, Xbar-S, I, AM, I-AM, I-AM-R/S, zone, Z-AM;
- Cartas de controle de atributos: P, NP, C, U, Laney P' e U';
- Cartas históricas/processos em mudança;
- Capacidade do processo - normal, não normal, atributo, lote;
- Capacidade do processo para variáveis múltiplas;
- Intervalos de tolerância;

2.4.3 QI Macros

O QI Macros é uma ferramenta para Controle Estatístico de Processos de fácil utilização, sendo uma extensão para o Microsoft Excel, a ferramenta aparece apenas como uma nova aba no aplicativo da Microsoft. Disponível pela URL: <http://www.epidata.dk/>. Dentre as funcionalidades do QI Macros estão:

- Fácil utilização, usa planilhas do Excel e não tem necessidade de importar dados para um software diferente;
- Diagrama de causa e efeito;
- Diversos gráficos de controle;
- Assistente para escolha dos gráficos;

2.4.4 EpiData

A ferramenta EpiData é dividida em três aplicativos: um para o manuseio de dados, o EpiData Manager; um para a entrada de dados, o EpiData Entry; e um para a análise dos dados, o EpiData Analysis. Disponível pela URL: <http://www.epidata.dk/>. Algumas de suas funcionalidades são:

- Gerenciamento de dados compreensível;

- Criação de gráficos de controle;
- Realização de análises estatísticas básicas;
- Ferramenta gratuita;

Nos capítulos seguintes, 3 e 4, será apresentado como podem ser utilizadas as ferramentas citadas acima, para a realização dos Atributos de Processo 4.1 e 4.2.

3 IMPLEMENTAÇÃO DO ATRIBUTO DE PROCESSO 4.1 – O PROCESSO É MEDIDO, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE SOFTWARE

A realização do Controle Estatístico de Processos demanda um grande esforço, portanto, é aconselhável a utilização de ferramentas de software para apoiar sua realização, facilitando a implementação e diminuindo o esforço necessário. Neste capítulo será apresentado um guia para a implementação do Atributo de Processo 4.1 – O Processo é Medido, descrito no capítulo 2, de acordo com as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW e utilizando as ferramentas de software específicas para a realização da medição e do controle estatístico, discutidas também no capítulo anterior.

3.1 Atributo de Processo 4.1 – O Processo é Medido

Este Atributo de Processo espera que as seguintes práticas, itens de i a viii, sejam completadas, bem como será descrito como estes itens podem ser alcançados utilizando as funcionalidades das ferramentas analisadas:

(i) Os processos que estão alinhados a objetivos quantitativos de negócio são identificados

Nesta prática é esperado que os objetivos de negócio da organização e os processos/subprocessos que estão relacionados ao alcance destes objetivos sejam identificados. Após isso, estes processos devem ser incluídos no Plano de Medição da organização criado durante o processo de Medição no nível F de maturidade do MR-MPS-SW. Não é necessário que todos estes processos sejam inseridos nas ferramentas, pois nem todos farão parte do Controle Estatístico de Processos, os processos que farão parte do CEP são selecionados a partir do item (vi) deste AP.

(ii) Foram identificadas as necessidades de informação dos processos requeridas para apoiar o alcance dos objetivos de negócio relevantes da organização

Neste item é pedido que sejam identificadas as necessidades de informação dos processos identificados em (i) para apoiar o alcance dos objetivos de negócio da organização. Com isso, tem-se o entendimento de como os objetivos de negócio da organização estão relacionados aos processos de software e às necessidades de informação destes processos.

Ferramenta - SPC Explorer

O SPC Explorer não trata especificadamente a identificação das necessidades de informação requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Porém ela pode ser atendida utilizando as informações do cadastro de processos.

O SPC Explorer permite, no menu “*Process*”, a adição, edição e exclusão de processos a partir dos botões “*Add Process*”, “*Edit Process*” e “*Delete Process*”. A Figura 3.1, a seguir, mostra a tela com os botões mencionados:

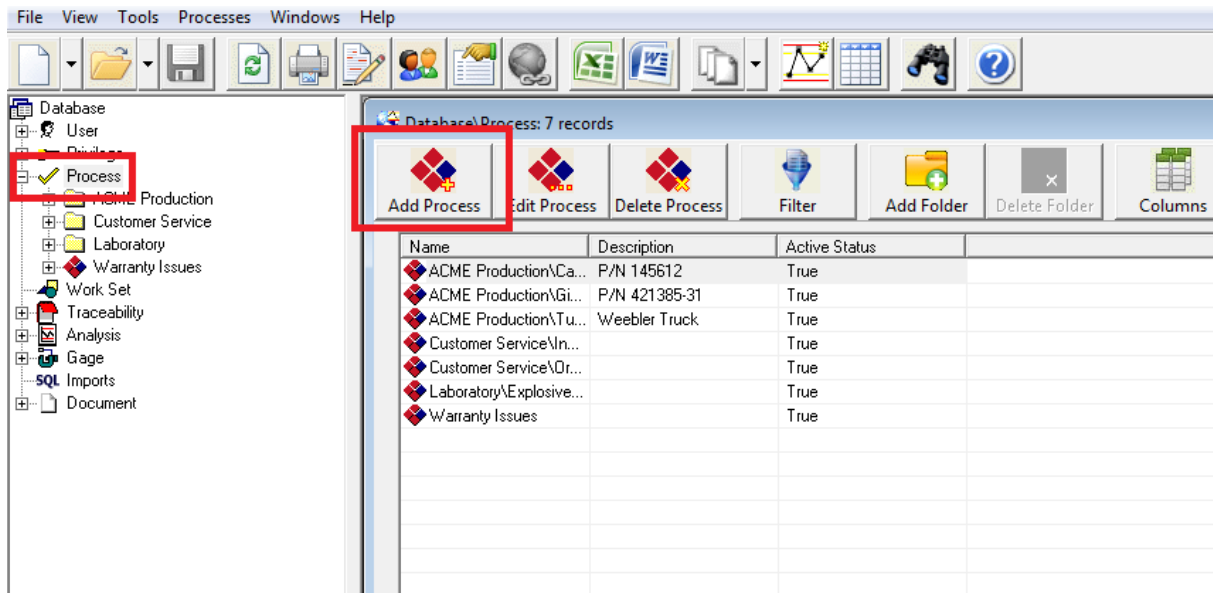


Figura 3.1 – SPC Explorer – Menu *Process* e botão “*Add Process*”.

Na criação de um processo algumas informações básicas são requeridas, como nome e descrição do processo. Existe também um campo chamado “*Note*”, no qual podem ser incluídas as necessidades de informação para o processo, conforme a Figura 3.2 abaixo:

The screenshot shows the 'Process' dialog box with the 'General' tab selected. The fields are as follows:

Name:	
Description:	
Folder:	None
Note:	
Image:	
Active Status:	True

At the bottom, there is a 'Sort Options...' button and a checkbox labeled 'Mark for Upload' which is currently unchecked.

Figura 3.2 – SPC Explorer – Adicionando um Processo.

As necessidades de informação a serem colocadas no campo “Note” devem seguir um padrão para melhor e mais clara utilização deste campo. A seguir é apresentado um modelo para a escrita das necessidades de informação:

1. Necessidade de Informação 1 – “Nome da necessidade de informação”;
2. Necessidade de Informação 2 – “Nome da necessidade de informação”;
3. Necessidade de Informação 3 – “Nome da necessidade de informação”.

Ferramenta - Minitab

O Minitab não trata especificadamente a identificação das necessidades de informação requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Porém ela pode ser atingida através do campo de comentário dos *worksheets* utilizados na ferramenta.

O Minitab trabalha com a utilização de *worksheets* para o manuseamento dos dados, estes *worksheets* representam os processos da organização. A criação de um *worksheet* pode ser feita a partir da barra de menu, na opção “Arquivo”, e posteriormente a opção “Novo” e então a opção “Worksheet”. A Figura 3.3 demonstra a criação de um novo *worksheet*.

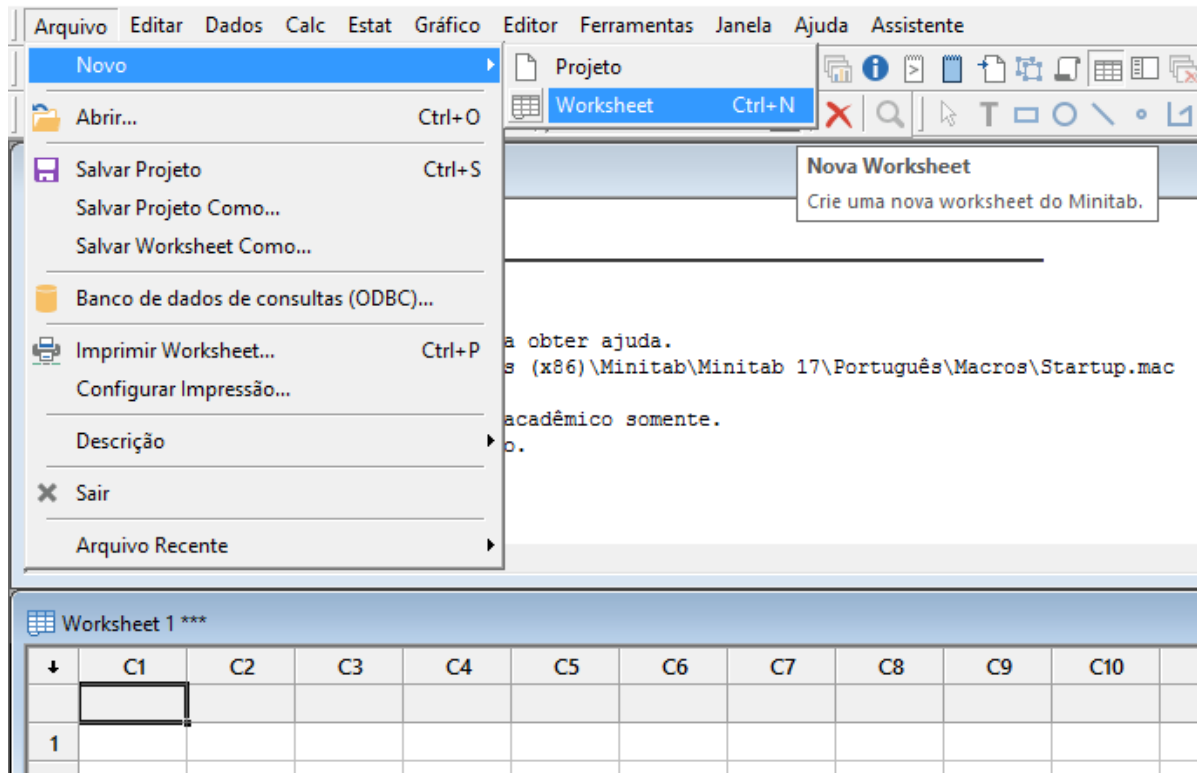


Figura 3.3 – Minitab – Criando um novo *worksheet*.

Clicando com o botão direito em uma célula do *worksheet* e selecionando a opção “Propriedades do *Worksheet*” e em seguida a opção “Descrição”, uma nova janela com as informações de descrição do *worksheet* é aberta. Este processo pode ser visto nas Figuras 3.4 e 3.5.

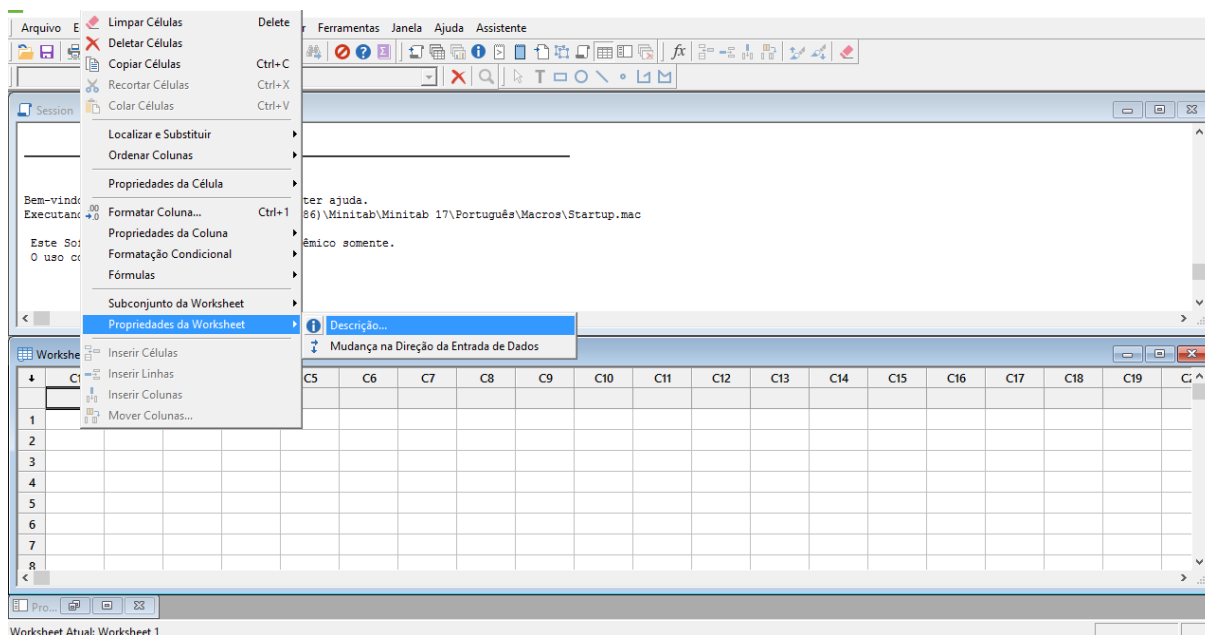


Figura 3.4 – Minitab – Propriedades do *worksheet*.

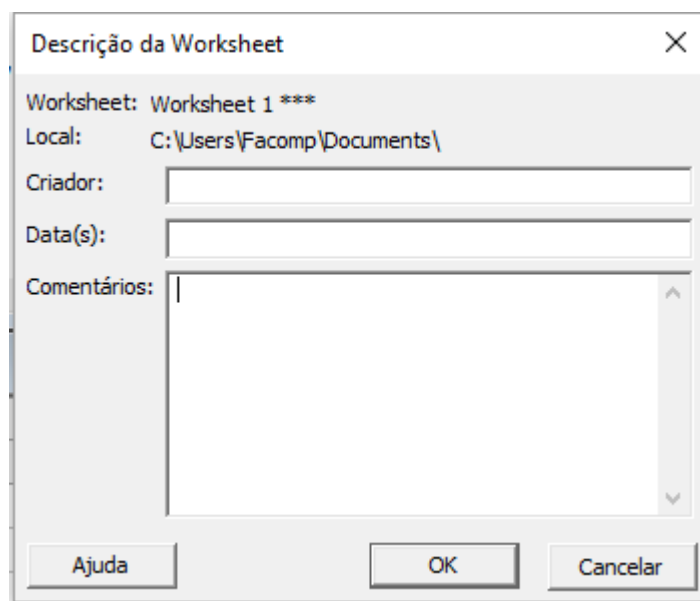


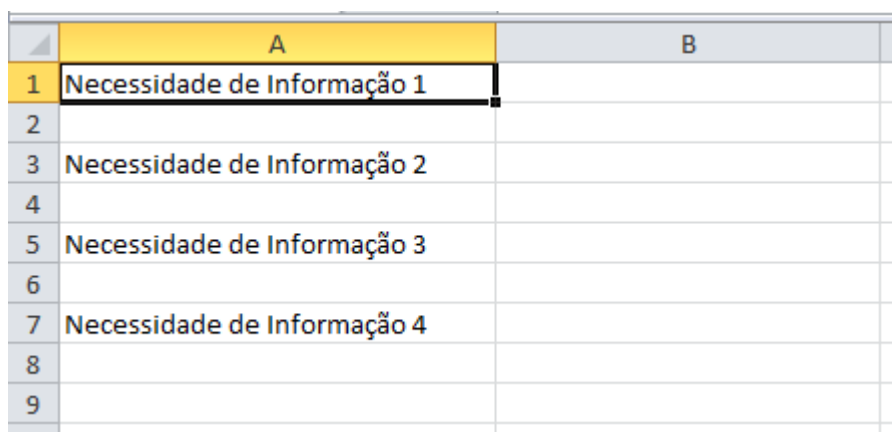
Figura 3.5 – Minitab – Descrição do *worksheet*.

No campo “Comentários” podem ser incluídas as necessidades de informação para o processos em questão. Para melhor utilização deste campo, deve-se seguir um padrão. A seguir é apresentado um modelo para a escrita das necessidades de informação:

1. Necessidade de Informação 1 – “Nome da necessidade de informação”;
2. Necessidade de Informação 2 – “Nome da necessidade de informação”;
3. Necessidade de Informação 3 – “Nome da necessidade de informação”.

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros não trata especificadamente da identificação das necessidades de informação dos usuários dos processos que são requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Porém, como o QI Macros é uma extensão do Microsoft Excel e trabalha com a utilização de planilhas, pode-se criar uma planilha e nomeá-la “*Informações dos Processos*”, na qual serão anotadas as necessidades de informação necessárias. Para isso é sugerido um modelo para melhor organização dessas informações, onde a Figura 3.6 mostra como pode ser inserido na planilha o modelo sugerido.



	A	B
1	Necessidade de Informação 1	
2		
3	Necessidade de Informação 2	
4		
5	Necessidade de Informação 3	
6		
7	Necessidade de Informação 4	
8		
9		

Figura 3.6 – QI Macros – Necessidades de Informação.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data não trata especificadamente da identificação das necessidades de informação dos usuários do processo, porém pode-se utilizar um campo de texto da ferramenta para cumprir este papel.

Iniciando o EPI Data Manager, podemos criar um novo projeto ou abrir um projeto existente a partir do botão “*Select Project*”. Após isso, podemos acessar o menu do lado direito da ferramenta, o qual representa as abas de informações do projeto. Cada projeto da ferramenta será utilizado como sendo um processo participante do controle estatístico,

isto é, um projeto na ferramenta representa um processo da organização. A Figura 3.7 mostra a tela quando um projeto é selecionado, juntamente com o menu do lado direito com a aba “*Title/Abstract*” selecionada.

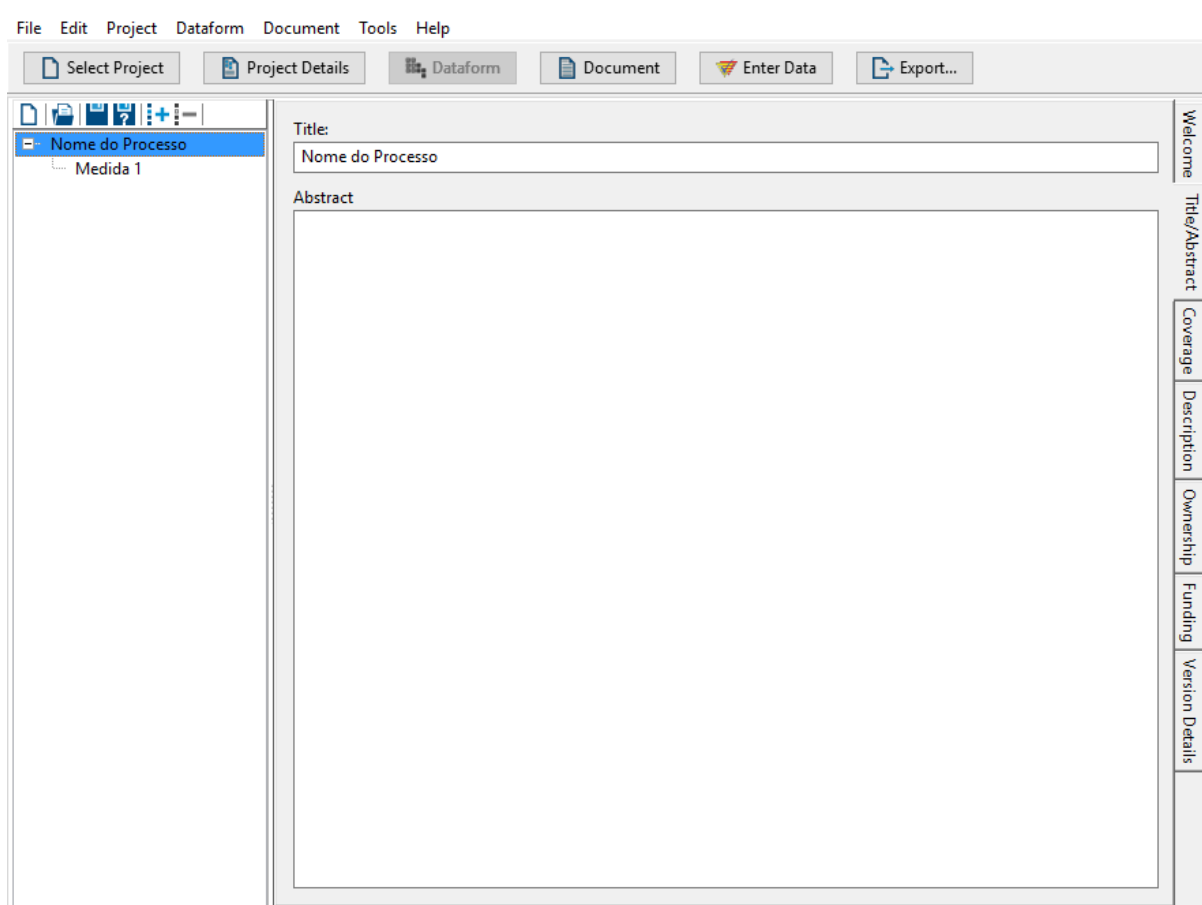


Figura 3.7 – EPI Data – *Title/Abstract*.

Na aba “*Title/Abstract*”, pode-se utilizar o campo de texto “*Abstract*” para inserir as necessidades de informação identificadas para o processo. Para melhor utilização deste campo é sugerido o uso do modelo abaixo, mostrado na Figura 3.8:

The image shows a model for information needs annotation in the Abstract field. It consists of a light gray rectangular box with a title bar that says 'Abstract'. Below the title bar, there is a list of three numbered items, each representing a need for information. The items are: '1. Necessidade de Informação 1 - "Nome da necessidade de informação"', '2. Necessidade de Informação 2 - "Nome da necessidade de informação"', and '3. Necessidade de Informação 3 - "Nome da necessidade de informação"'. The text is in a standard sans-serif font.

Figura 3.8 – EPI Data – Modelo para anotação das necessidades de informação.

(iii) Os objetivos de medição do processo foram definidos a partir das necessidades de informação

Neste item é preciso derivar objetivos de medição para os processos/subprocessos a partir das necessidades de informação já identificadas no item (ii).

Ferramenta - SPC Explorer

O SPC Explorer não trata especificadamente da derivação dos objetivos de medição organizacionais a partir das necessidades de informação dos usuários do processo requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Entretanto, isto pode ser atingido utilizando as informações cadastradas nos processos.

Como já mencionado anteriormente, o SPC Explorer permite, no menu “*Process*”, a adição de novos processos. Quando criando um novo processo, algumas informações são requeridas, como nome e descrição do processo. Existe também um campo chamado “*Note*”, no qual são descritas as necessidades de informação de acordo com o item (ii). Neste mesmo campo devem ser incluídos os objetivos de medição organizacionais do processo, que foram derivados das necessidades de informação dos usuários do processo. Para a melhor utilização do campo “*Note*” é sugerido, a seguir, um modelo para a anotação dos objetivos de medição juntamente com as necessidades de informação já mencionados:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

Ferramenta - Minitab

O Minitab não trata especificadamente da derivação dos objetivos de medição organizacionais pelas necessidades de informação dos usuários do processo requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Entretanto, esta prática pode ser atingida nesta ferramenta utilizando o campo de comentário pertencente aos *worksheets*.

Seguindo as mesmas orientações do item (ii), os objetivos de medição devem ser descritos no campo “*Comentários*” do *worksheet*, seguindo também o modelo para

anotação, agora complementado com os objetivos de medição organizacionais, como exposto a seguir:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros não trata especificadamente dos objetivos de medição organizacionais dos processos e/ou subprocessos que são derivados das necessidades de informação dos usuários do processo. Entretanto, como o QI Macros é uma extensão do Microsoft Excel e trabalha em com a utilização de planilhas, pode-se criar uma planilha para armazenar estas informações.

Seguindo as orientações do item (ii), na planilha “Informações dos Processos”, devem ser inseridos os objetivos de medição organizacionais juntamente com as necessidades de informações do item (ii). A Figura 3.9, a seguir, mostra um modelo para a utilização da planilha, onde são inseridos os objetivos de medição com relação às suas respectivas necessidades de informação das quais eles foram derivados.

	A	B	
1	Necessidade de Informação 1		
2		Objetivo de Medição 1	
3			
4		Objetivo de Medição 2	
5			
6	Necessidade de Informação 2		
7		Objetivo de Medição 1	
8			
9		Objetivo de Medição 2	
10			
11	Necessidade de Informação 3		
12		Objetivo de Medição 1	
13			
14		Objetivo de Medição 2	
15			
16			

Figura 3.9 – QI Macros – Objetivos de Medição.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data não trata especificadamente da derivação dos objetivos de medição organizacionais pelas necessidades de informação dos usuários do processo requeridas para apoiar os objetivos de negócio relevantes da organização. Entretanto, esta prática é alcançada seguindo os mesmos princípios do item (ii), inserindo estas informações no campo “*Abstract*”. O modelo abaixo é sugerido para a inserção dessas informações:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

(iv) **Relacionamentos mensuráveis entre elementos do processo que contribuem para o desempenho do processo são identificados**

Neste item procura-se identificar relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo, que contribuem para o desempenho do processo. Para identificar estes relacionamentos, deve-se atentar aos elementos do processo que podem ter influência em

outros elementos do processo, ou mesmo em elementos de outros processos. Busca-se, neste item, encontrar os elementos críticos do processo, ou seja, aqueles que tenham maior impacto no resultado alcançado. É adequado utilizar técnicas para detecção de causas de problemas, como diagramas de causa e efeito, e gráfico de pareto, para que sejam encontrados esses elementos críticos mais facilmente. Os relacionamentos mensuráveis encontrados devem ser utilizados, posteriormente, para melhor identificar as medidas adequadas para o processo.

Ferramenta - SPC Explorer

O SPC Explorer não tem funcionalidade específica para a identificação de relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo. Estes relacionamentos devem ser identificados e então anotados no campo “*Note*” conforme foi instruído no item (ii). Complementando o modelo fornecido anteriormente, deve-se adicionar os relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo da seguinte forma:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - Minitab

O Minitab não trata especificadamente da identificação de relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo. Estes relacionamentos e elementos do processo devem ser descritos no campo de comentário dos *worksheets*, da mesma forma realizada no item (ii). Dessa forma deve-se complementar o modelo fornecido nos itens anteriores da seguinte forma:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1 Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2 Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros não trata especificadamente da identificação de relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo. Isto deve ser atingido utilizando a planilha de informações dos processos, da mesma forma realizada no item (ii). O modelo a seguir, mostrado na Figura 3.10, é sugerido para complementar o modelo fornecido nos itens anteriores.

	A	B	C
1	Necessidade de Informação 1		
2		Objetivo de Medição 1.1	
3			
4		Objetivo de Medição 1.2	
5			
6	Necessidade de Informação 2		
7		Objetivo de Medição 2.1	
8			
9		Objetivo de Medição 2.2	
10			
11	Necessidade de Informação 3		
12		Objetivo de Medição 3.1	
13			
14		Objetivo de Medição 3.2	
15			
16	Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos do processo:		
17	- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos		
18	dos processos identificados.		
19			

Figura 3.10 – QI Macros – Planilha de informações dos processos, relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos adicionados.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data não tem funcionalidades específicas para a identificação de relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo. Após a identificação desses relacionamentos, os mesmos devem ser descritos no campo “*Abstract*”, como foi feito no item (ii). Da mesma forma como nos itens anteriores, é sugerido um modelo para a anotação das informações necessárias no campo “*Abstract*”:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
2. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
3. Necessidade de Informação – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.2. Objetivo de Medição – Nome do Objetivo de Medição

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

(v) **Os objetivos quantitativos para qualidade e desempenho do processo da organização foram definidos e estão alinhados às necessidades de informação e aos objetivos de negócio**

Nesta prática é preciso identificar objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho dos processos e alinhá-los às necessidades de informação e aos objetivos de negócio da organização.

Ferramenta - SPC Explorer

O SPC Explorer não trata especificadamente da definição dos objetivos quantitativos organizacionais de qualidade e de desempenho dos processos. Porém isto pode ser atingido através das informações cadastradas pelos processos.

O SPC Explorer, como já mencionado anteriormente em (ii), permite a criação de novos processos no menu “*Process*” a partir do botão “*Add Process*”. Na ação de criação de um processo, como já mencionado anteriormente, existe um campo “*Note*”, o qual foi utilizado nos itens anteriores e será também utilizado neste item, adicionando os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo, alinhando-os às necessidades de informação dos processos.

É sugerido que se use o modelo utilizado nos itens anteriores, onde serão incluídos os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho de acordo com o exemplo a seguir:

1. Necessidade de Informação 1 – Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - Minitab

O Minitab não trata especificadamente da definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo. Porém para realizar este item pode-se utilizar o campo de comentário pertencente aos *worksheets*.

Os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho dos processos da organização devem ser inseridos no campo “Comentários” na descrição do *worksheet*, juntamente com as necessidades de informação e os objetivos de medição da organização.

A seguir está um modelo para a clara descrição dessas informações:

1. Necessidade de Informação 1 – Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição

- 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros não trata especificadamente da identificação dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho dos processos da organização. Porém, como o QI Macros é uma extensão do Microsoft Excel e trabalha em cima de planilhas, podemos criar uma planilha, nomeada “*Informações dos Processos*”, como foi mencionado anteriormente, na qual serão inseridos os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho juntamente com as necessidades de informação e objetivos de medição da organização. Para isto, é sugerido um modelo para melhor organização dessas informações na planilha “*Informações dos Processos*”, como mostra a Figura 3.11.

	A	B	C
1	Necessidade de Informação 1		
2		Objetivo de Medição 1.1	
3			Objetivo Quantitativo 1.1.1
4			
5			Objetivo Quantitativo 1.1.2
6			
7		Objetivo de Medição 1.2	
8			Objetivo Quantitativo 1.2.1
9			
10			Objetivo Quantitativo 1.2.2
11	Necessidade de Informação 2		
12		Objetivo de Medição 2.1	
13			Objetivo Quantitativo 2.1.1
14			
15			Objetivo Quantitativo 2.1.2
16			
17		Objetivo de Medição 2.2	
18			Objetivo Quantitativo 2.2.1
19			
20			Objetivo Quantitativo 2.2.2
21			
22	Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos do processo:		
23	- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos		
24	dos processos identificados.		
25			

Figura 3.11 – QI Macros – Planilha de informações dos processos, adição de objetivos quantitativos.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data não trata especificadamente da identificação dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho dos processos da organização. Isto deve ser feito utilizando os mesmos princípios dos itens anteriores, adicionando estes objetivos no campo “*Abstract*” do processo criado no EPI Data Manager, como feito no item (ii). É sugerido um modelo de uso da ferramenta para melhor organização dessas informações:

1. Necessidade de Informação 1– Nome da necessidade de Informação
 - 1.1.Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2.Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição

- 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

(vi) Os processos que serão objeto de análise de desempenho são selecionados a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação dos usuários dos processos

Neste item o objetivo é identificar os processos/subprocessos que farão parte da análise de desempenho e do controle estatístico. Para selecionar estes processos deve-se ter como base as informações encontradas com a execução dos itens anteriores, para assim selecionar os processos/subprocessos que mais afetam o alcance dos objetivos da organização.

Ferramenta - SPC Explorer

O SPC-Explorer permite a criação dos processos, os quais terão seus desempenhos analisados. Portanto, parte-se do princípio de que um processo é cadastrado na ferramenta porque seu desempenho será analisado, ou seja, este processo foi selecionado para fazer parte do controle estatístico de processos.

O processo de criação de processos foi descrito no item (ii), onde é utilizado o campo “*Note*” para a anotação das informações requeridas. Neste mesmo campo devem ser inseridos os motivos para a seleção do processo para o controle estatístico. Como nos itens anteriores, é sugerida a utilização de um modelo para melhor organização das informações do campo “*Note*”:

Motivos para a seleção do processo para o controle estatístico:

-Aqui devem ser escritos os motivos para a seleção do processo

1. Necessidade de Informação 1 – Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - Minitab

O Minitab trabalha com a utilização de *worksheets*, estes *worksheets* podem ser utilizados como processos da organização, os quais foram selecionados para terem seu desempenho analisado. Portanto, se um *worksheet* foi criado, entende-se que o processo que este *worksheet* representa foi selecionado para ter seu desempenho analisado.

O Processo de criação de um *worksheet* foi descrito no item (ii). Seguindo os mesmos passos descritos no item (ii), onde se utiliza o modelo para a inserção de informações no campo “Comentários” da descrição do *worksheet*, deve-se adicionar ao modelo os motivos que levaram o processo a ser escolhido para ter seu desempenho analisado pelo controle estatístico. A seguir está o modelo para a inserção das informações requeridas:

Motivos para a seleção do processo para o controle estatístico:

-Aqui devem ser escritos os motivos para a seleção do processo

1. Necessidade de Informação 1 – Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição

- 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
- 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros, sendo uma extensão do Microsoft Excel, trabalha com o uso de planilhas as quais podem ser usadas para representar os processos que foram selecionados para o controle estatístico. Cada planilha criada deve ter seu nome alterado para o nome do processo. Além disso, é necessário informar os motivos para o processo ter sido escolhido para o controle estatístico. Para isto deve-se inserir os motivos para a escolha do processo na planilha. É recomendado também inserir na planilha as necessidades de informação relacionadas ao processo, objetivos de medição relacionados ao processo e os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho que estão relacionados ao processo. Na Figura 3.12 é fornecido um modelo para a inserção dessas informações na planilha do processo.

	A	B	C	D
1	Motivos para a seleção do processo para o controle estatístico			
2				
3	Necessidade de informação relacionada ao processo			
4				
5	Objetivos de medição relacionados ao processo			
6				
7	Objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho relacionados ao processo			
8				
9	Relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo			
10				
11				

Imagem 3.12 – Informações do Processo na Planilha do Processo.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data, como mencionado anteriormente no item (ii), permite a criação de projetos que representam os processos escolhidos para o controle estatístico. Portanto, se foram criados novos processos no EPI Data Manager é porque estes processos foram

escolhidos para o controle estatístico. Porém, deve-se também escrever os motivos que levaram estes processos a serem escolhidos para o controle estatístico. Seguindo as mesmas orientações do item (ii), pode-se escrever esses motivos no campo “*Abstract*” da aba “*Title/Abstract*” da tela de propriedades do processo. Complementando o modelo fornecido anteriormente, deve-se incluir no mesmo os motivos para a seleção do processo para o controle estatístico, como é mostrado a seguir:

Motivos para a seleção do processo para o controle estatístico:

-Aqui devem ser escritos os motivos para a seleção do processo

1. Necessidade de Informação 1 – Nome da necessidade de Informação
 - 1.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 1.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 1.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
2. Necessidade de Informação 2 – Nome da necessidade de Informação
 - 2.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2. Objetivo de Medição 2 – Nome do Objetivo de Medição
 - 2.2.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 2.2.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo
3. Necessidade de Informação 3 – Nome da necessidade de Informação
 - 3.1. Objetivo de Medição 1 – Nome do Objetivo de Medição
 - 3.1.1. Objetivo Quantitativo 1 – Nome do Objetivo Quantitativo
 - 3.1.2. Objetivo Quantitativo 2 – Nome do Objetivo Quantitativo

Relacionamentos Mensuráveis entre os elementos dos processos:

- Anota-se aqui os relacionamentos mensuráveis entre os elementos dos processos identificados.

- (vii) **Medidas adequadas para análise de desempenho do processo, incluindo a frequência de realização das medições, são identificadas, definidas e incorporadas ao plano de medição da organização**

Neste item busca-se identificar as medidas adequadas e incorporá-las ao plano de medição. Para cada medida, deve-se obter informações relevantes como a frequência de realização da medição.

SPC Explorer

O SPC Explorer, como mencionado no item (ii), permite o cadastro de processos, os quais requerem informações como nome, descrição e também as chamadas características do processo. Na tela de cadastro ou edição de um processo, na área “*Characteristics*”, estão as características do processo, as quais são equivalentes às medidas do processo. Estas características podem ser adicionadas, removidas ou editadas com os botões “*Add*”, “*Delete*” e “*Edit*”, respectivamente. A Figura 3.13 mostra a tela mencionada.

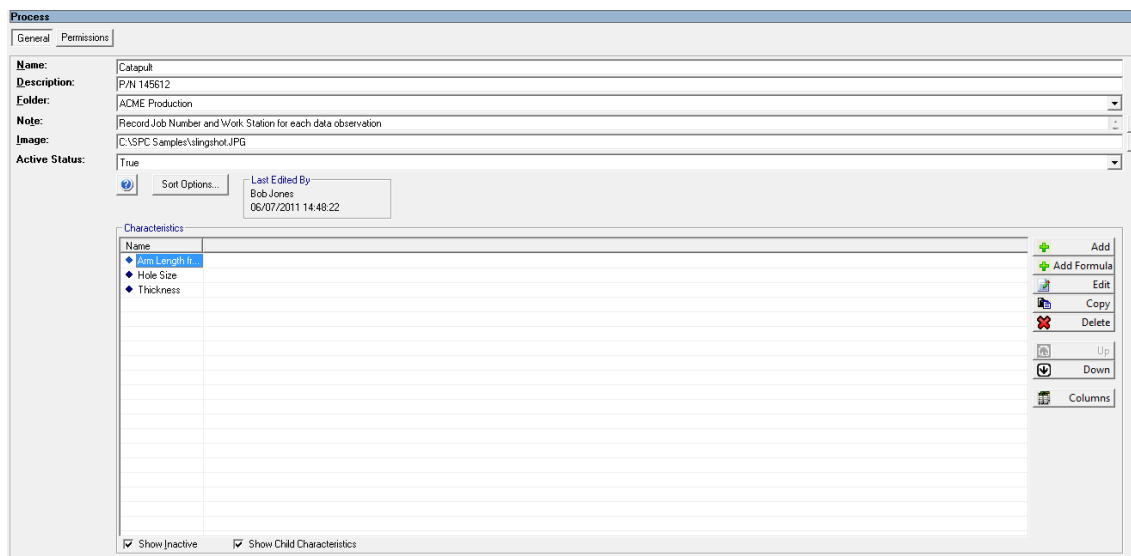


Figura 3.13 – Medidas do processo.

Ao adicionar uma nova característica a partir do botão “*Add*”, uma nova janela é aberta para o cadastro da nova medida. A Figura 3.14 mostra esta janela.

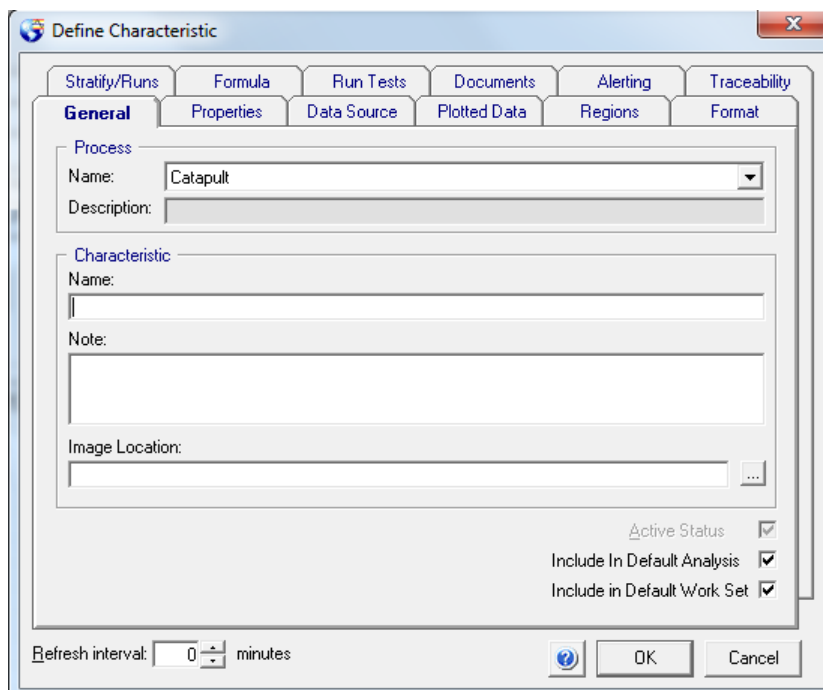


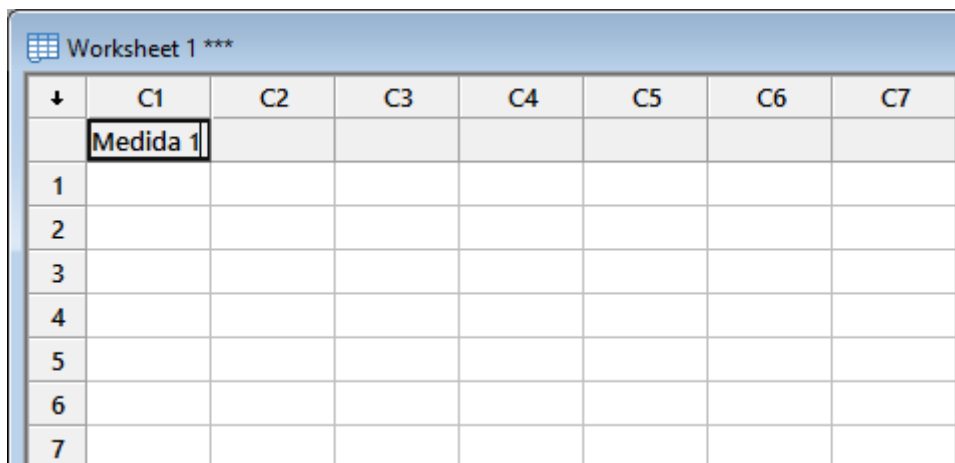
Figura 3.14 – Adicionar Característica.

Nesta janela, na aba “*General*”, existem alguns campos para informações referentes à nova característica, como o campo “*Name*” e o campo “*Note*”. Informações importantes, como a frequência de realização das medições para esta característica, os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho relacionados a esta característica e outras informações do plano de medição, devem ser incluídas no campo “*Note*”. O modelo abaixo é sugerido para melhor organização destas informações:

Descrição:
 Meta:
 Periodicidade de Análise:
 Fórmula:
 Unidade de Medida:
 Procedimento de Coleta:
 Forma de Apresentação:
 Critério de Análise:
 Responsável:
 Publico Alvo:
 Apresentação:
 Local de Armazenamento

Os *worksheets* com os quais o Minitab trabalha, são tabelas com linhas e colunas, as quais podem ser usadas para representar as medidas do processo que o *worksheet* em questão refere-se. As colunas então serão as medidas para o processo e as linhas são onde os dados coletados serão inseridos.

Com o duplo clique na célula da primeira linha de uma coluna, a qual antecede o início da numeração, podemos inserir o nome da medida que é representada por aquela coluna. A seguir, na Figura 3.15 está um exemplo de um *worksheet* com a coluna nomeada.



↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	Medida 1						
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Figura 3.15 – *Worksheet*.

Com o clique do botão direito do mouse em uma coluna e selecionando as opções “*Propriedades da Coluna*” e “*Descrição*”, uma nova janela será aberta com o campo de descrição para a coluna selecionada. As Figuras 3.16 e 3.17 mostram este processo.

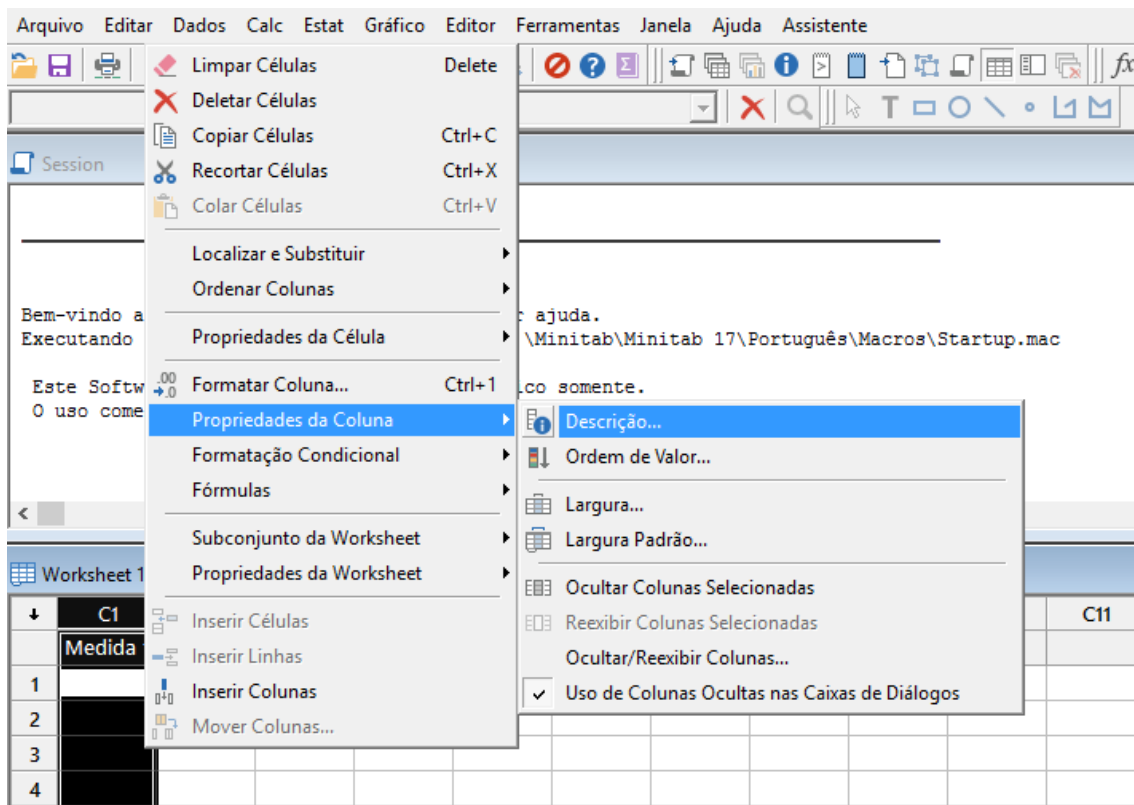


Figura 3.16 – Minitab - Propriedades da Coluna.

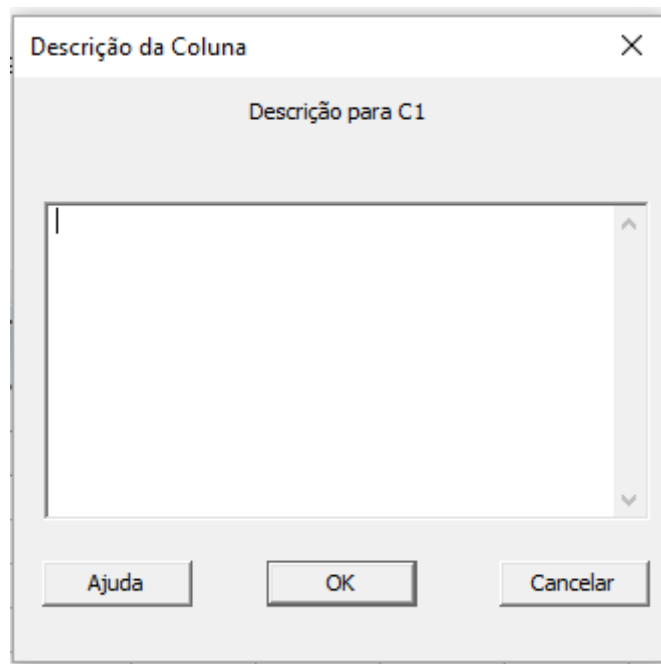


Figura 3.17 – Minitab – Descrição da Coluna.

Informações importantes, como a frequência de realização das medições para esta característica, os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo relacionados a esta medida, além de outras informações do plano de medição, devem ser

descritas no campo “*Descrição*”. O modelo abaixo é sugerido para melhor organização destas informações:

- Descrição:
- Meta:
- Periodicidade de Análise:
- Fórmula:
- Unidade de Medida:
- Procedimento de Coleta:
- Forma de Apresentação:
- Critério de Análise:
- Responsável:
- Publico Alvo:
- Apresentação:
- Local de Armazenamento:

Ferramenta - QI Macros

Utilizando a planilha do processo, as medidas do mesmo devem ser inseridas em colunas da planilha, utilizando também uma outra coluna para serem inseridas as informações necessárias para cada medida, como a frequência de medição, objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo relacionados a esta medida, e outras informações do plano de medição. As Figuras 3.18 e 3.19 mostram como estas informações devem ser inseridas na planilha de processo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Motivos para a seleção do processo para o controle estatístico								Plano Medida 1	Medida 1		Plano Medida 2	
2									Descrição:	3,7		Descrição:	
3	Necessidade de Informação relacionada ao processo								Meta:	3,6		Meta:	
4									Periodicidade de Análise:	3,7		Periodicidade de	
5	Objetivos de medição relacionados ao processo								Fórmula:	3,8		Fórmula:	
6									Unidade de Medida:	3,8		Unidade de Medi	
7	Objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho relacionados ao processo								Procedimento de Coleta:	3,6		Procedimento de	
8									Forma de Apresentação:	3,4		Forma de Apresei	
9	Relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo								Critério de Análise:	3,7		Critério de Análisi	
10									Responsável:	3,8		Responsável:	
11									Publico Alvo:	4		Publico Alvo:	
12									Apresentação:	3,5		Apresentação:	
13									Local de Armazenamento:	3,6		Local de Armazen	
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

Figura 3.18 – Minitab – Planilha que representa um processo e suas medidas.

H	I	J	K	L	M
	Plano Medida 1	Medida 1		Plano Medida 2	
	Descrição:	dados coletados		Descrição:	
	Meta:	dados coletados		Meta:	
	Periodicidade de Análise:	dados coletados		Periodicidade de Análise:	
	Fórmula:	dados coletados		Fórmula:	
	Unidade de Medida:	dados coletados		Unidade de Medida:	
	Procedimento de Coleta:	dados coletados		Procedimento de Coleta:	
	Forma de Apresentação:	dados coletados		Forma de Apresentação:	
	Critério de Análise:	dados coletados		Critério de Análise:	
	Responsável:	dados coletados		Responsável:	
	Publico Alvo:	dados coletados		Publico Alvo:	
	Apresentação:	dados coletados		Apresentação:	
	Local de Armazenamento:	dados coletados		Local de Armazenamento:	

Figura 3.19 – Minitab – Planilha que representa um processo e suas medidas.

Informações do plano de medição para a medida.

Na coluna I (“Plano Medida 1”) devem ser inseridas as informações para as medidas, como descrição da medida, procedimento de coleta, etc. Enquanto na coluna J (“Medida 1”), são inseridos os dados coletados para esta medida, os quais serão utilizados para a construção dos gráficos de controle.

Ferramenta - EPI Data

No EPI Data Manager, ao criar um projeto cria-se também um “*Dataform*”, o qual é mostrado no lado esquerdo da tela, abaixo do nome do projeto. Neste “*Dataform*” serão incluídas as medidas a serem coletadas. A Figura 3.20 mostra esta situação.

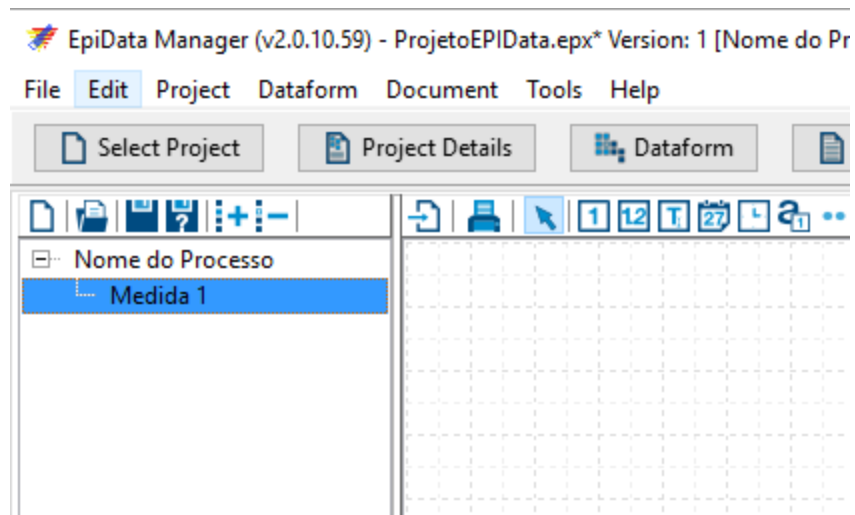


Figura 3.20 – EPI Data – *Dataform*.

Após criado o “*Dataform*”, e selecionando-o, a tela de edição do “*Dataform*” é apresentada. Nela temos uma barra de ferramentas para adição de campos de números inteiros, reais, dentre outros. Assim, deve ser escolhido que tipo de medidas serão coletadas. Por exemplo, pode-se adicionar um campo de números reais e também um campo de texto ao lado indicando o nome da medida.

Ao adicionar um campo do tipo real, representado pelo botão “1.2”, uma nova janela abrirá pedindo informações para a medida, conforme mostrado na Figura 3.21.

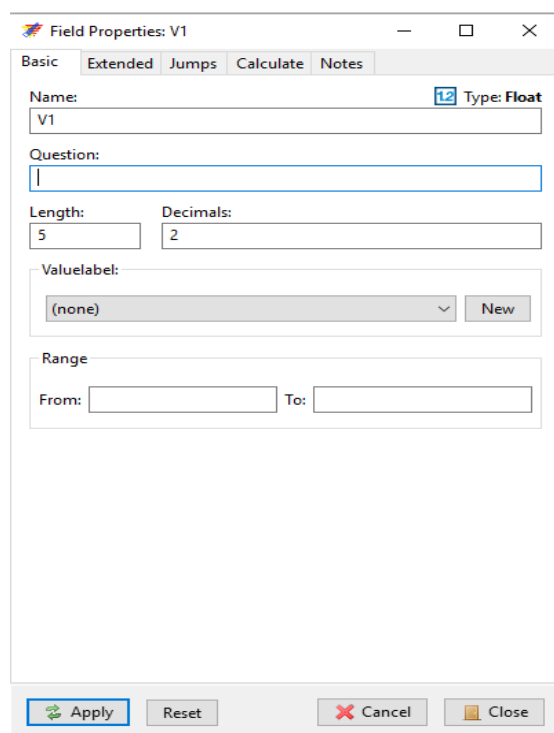


Figura 3.21 – EPI Data – Propriedades da medida adicionada.

Nesta janela, na aba “Notes”, temos um campo de texto o qual podemos usar para escrever o plano de medição para a medida. É sugerida a utilização de um modelo para isto, como pode ser visto na Figura 3.22.

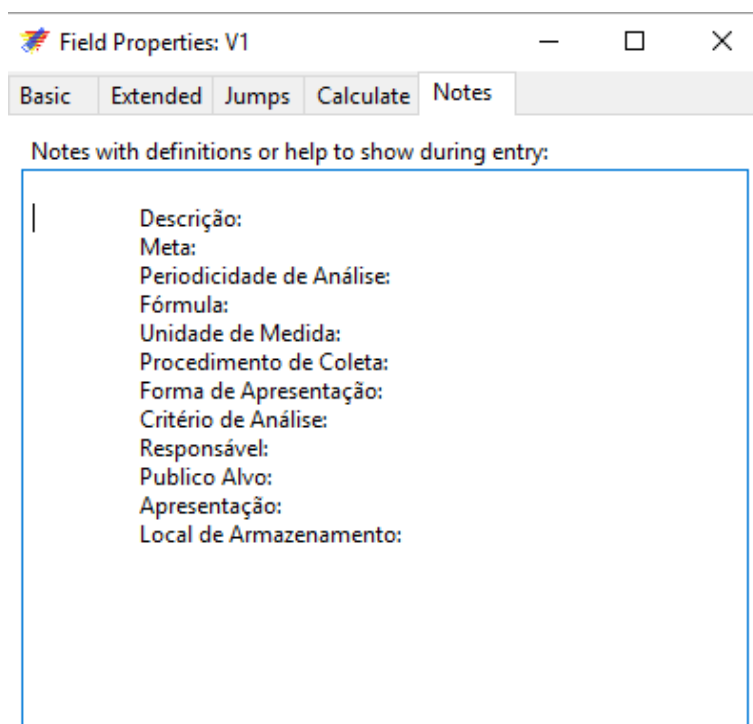


Figura 3.22 – EPI Data – Informações da Medida.

(viii) Resultados de medições são coletados, validados e reportados para monitorar o quanto os objetivos quantitativos para o desempenho do processo foram alcançados

Neste item as medidas devem ser coletadas, analisadas e reportadas para monitorar o quanto os objetivos quantitativos estão sendo alcançados.

Ferramenta - SPC Explorer

No menu “Process” onde estão os processos e suas características, com o clique do botão direito do mouse em uma característica e escolhendo a opção “Show Chart” pode ser visto o gráfico de controle para os dados coletados, assim como adicionar novos dados coletados com o botão “+”. A Figura 3.23 mostra o resultado deste processo.

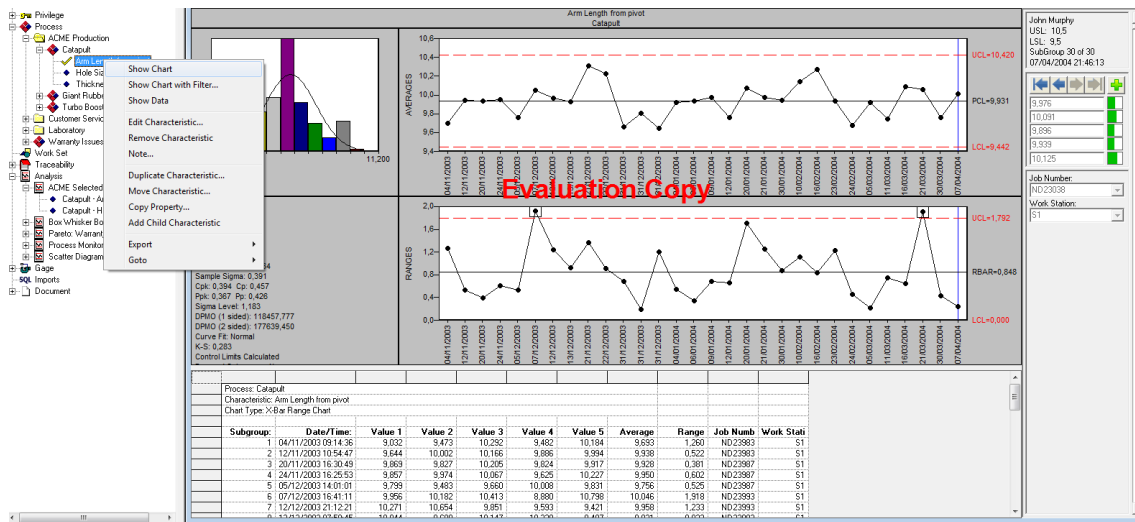


Figura 3.23 – SPC Explorer – Gráfico de uma característica de um processo.

É possível também visualizar as características do processo como um todo ao invés de apenas uma característica. Com o clique do botão direito do mouse em um processo e selecionando a opção “Show Chart” será aberta uma nova janela, conforme a Figura 3.24.

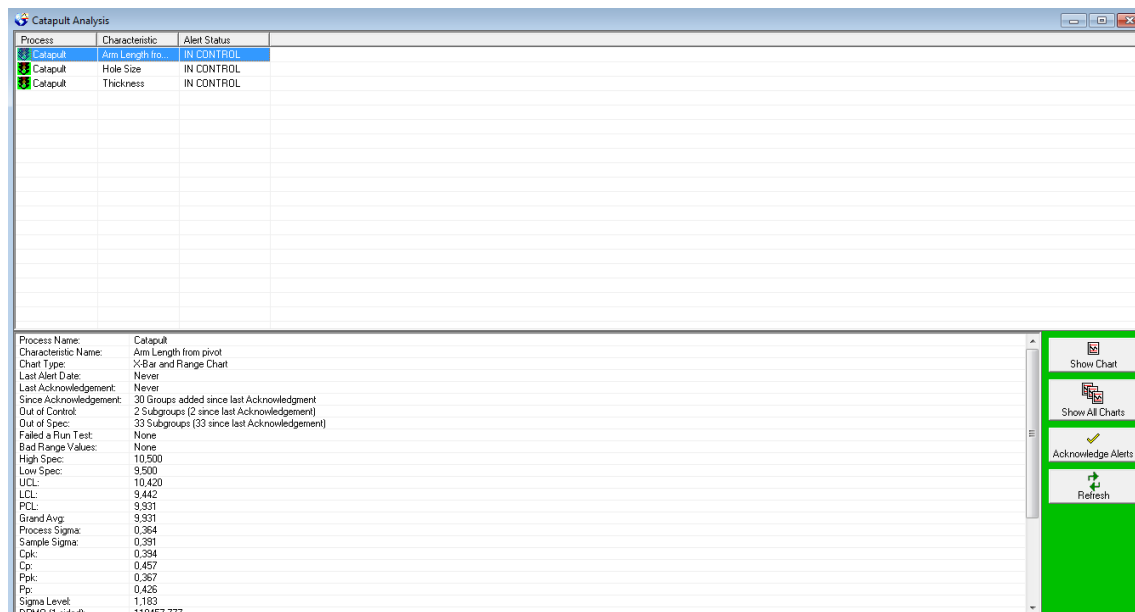


Figura 3.24 – SPC Explorer – Análise das características de um processo.

Nesta janela são visualizadas as características do processo e seus estados de alerta, sendo eles “In Control” e “Out of Control”, em controle e fora de controle, respectivamente. O estado de alerta é passado para “Out of Control”, se houver variações além dos limites de controle dos gráficos das características do processo. A partir desta

análise, pode-se marcar a visualização do processo com o botão “*Acknowledge Alerts*”, podendo assim checar quando foi feita a última análise do processo. Esta informação está descrita na área de informações do processo, logo abaixo das características do processo.

O SPC Explorer permite a exportação destas informações para arquivos Microsoft Word ou Excel. Este recurso pode ser acessado clicando com o botão direito em um processo ou característica, no menu “*Process*”, e selecionando a opção “*Export*”. A Figura 3.25 mostra um exemplo de documento exportado.

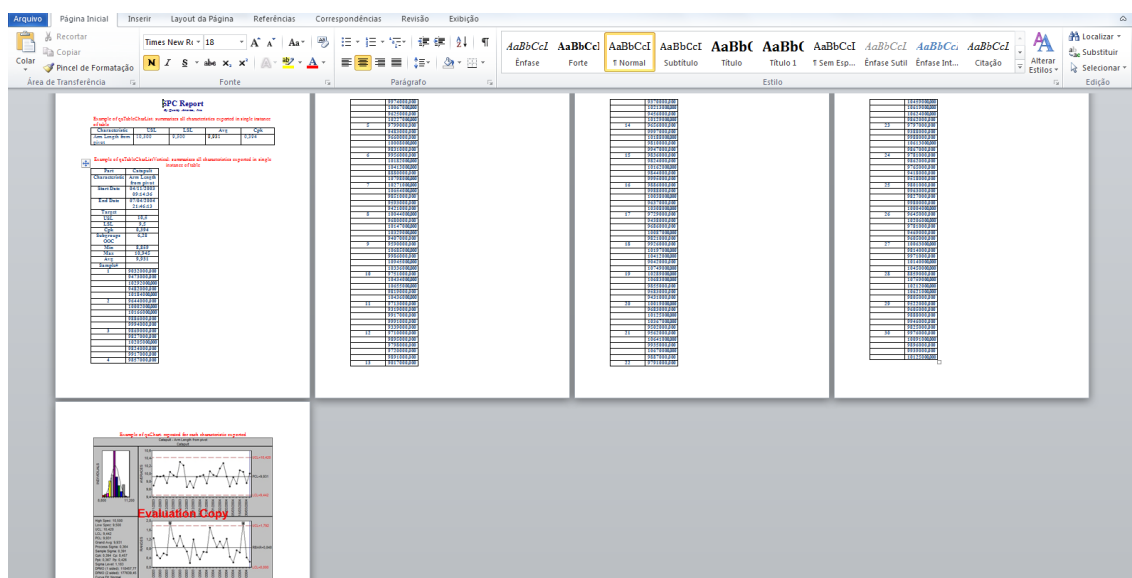


Figura 3.25 – SPC Explorer – Exemplo de documento exportado.

Estes documentos devem ser enviados aos interessados para que seja monitorado o alcance dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo/subprocesso.

O SPC Explorer permite também uma outra forma para a análise dos processos e suas características, de forma que a análise seja personalizada e sejam monitoradas apenas as características que forem selecionadas. Para fazer análises personalizadas utiliza-se o menu “*Analysis*”, no qual podem ser criadas, editadas e removidas análises com o uso dos botões “*Add Analysis*”, “*Edit Analysis*” e “*Delete Analysis*”. A Figura 3.26 mostra a tela do menu “*Analysis*”.

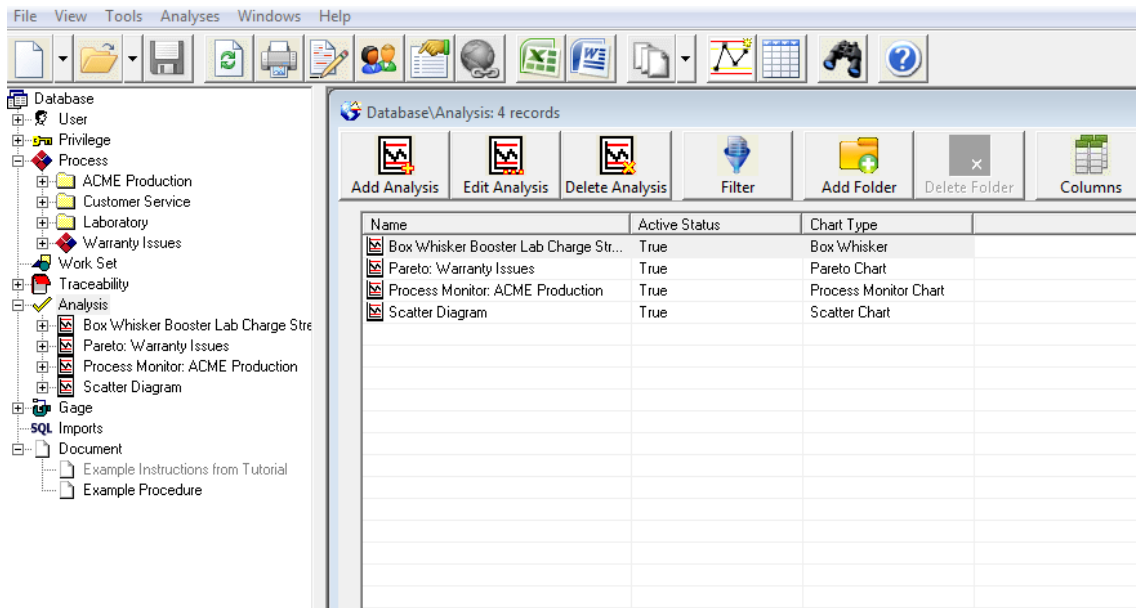


Figura 3.26 – SPC Explorer – Menu “Analysis”.

Ao clicar no botão “Add Analysis”, uma nova janela será aberta para a criação de uma nova análise. Esta janela pode ser vista na Figura 3.27.

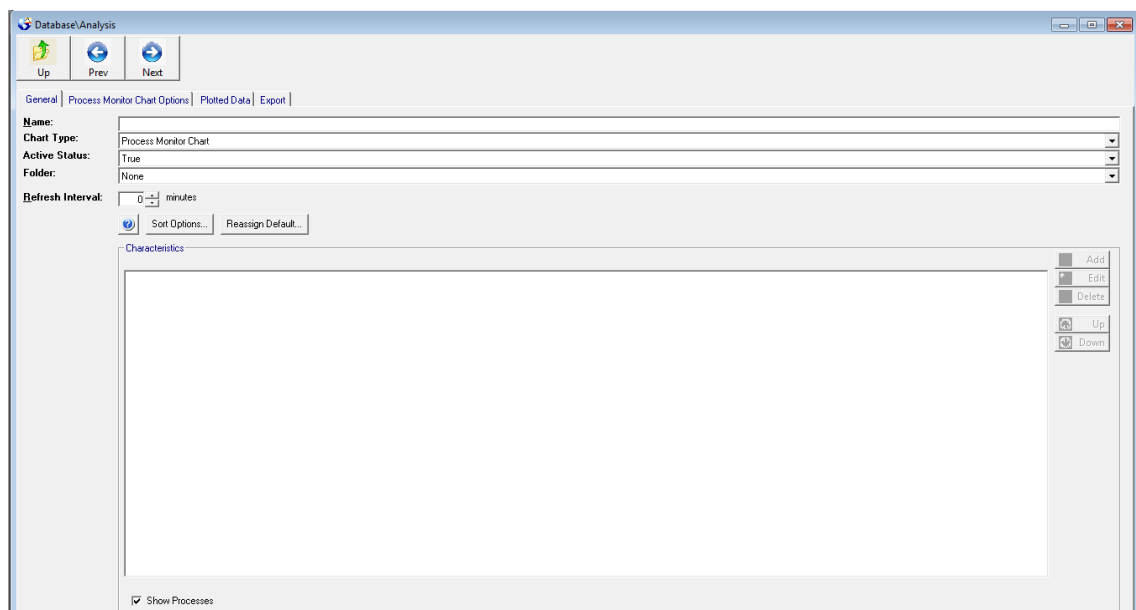


Figura 3.27 – SPC Explorer – Adicionando nova análise.

Nesta janela estão as informações da análise e também as características que fazem parte dela, ou seja, que serão analisadas neste monitoramento. Pode-se adicionar, editar e remover características com os botões “Add”, “Edit” e “Delete”. Podem, ainda, ser adicionadas características de todos os processos, ou seja, pode-se juntar

características de processos diferentes e analisa-las em conjunto. Ao clicar no botão “Add”, uma nova janela será aberta para que seja escolhida a característica a ser adicionada à análise. A Figura 3.28 mostra este processo.

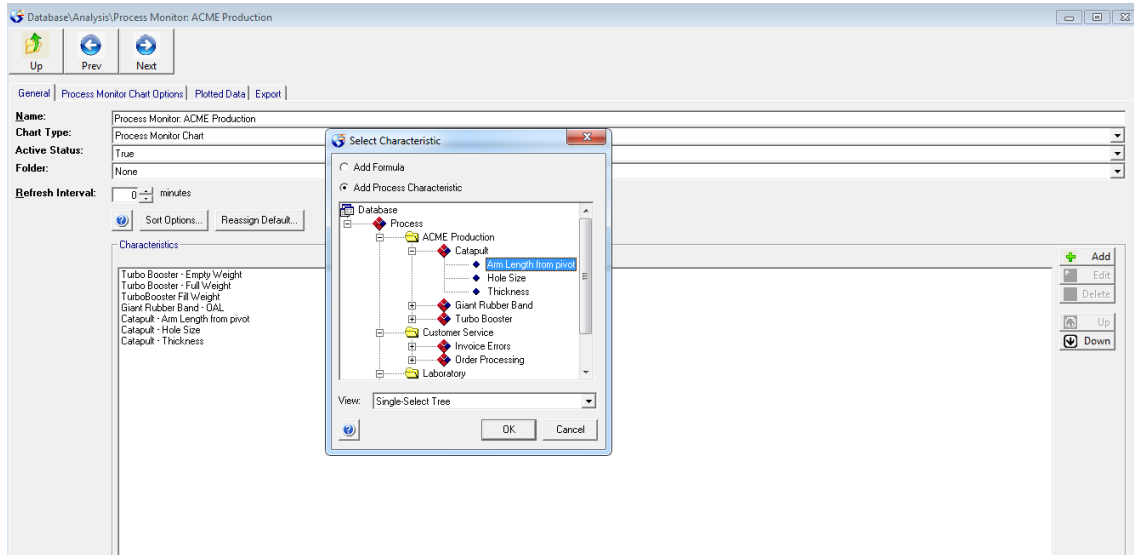


Figura 3.28 – SPC Explorer – Adicionando uma característica na análise criada.

Após criada a análise e adicionadas as características desejadas, é possível realizar os mesmos procedimentos feitos para a análise de um processo ou característica, mas desta vez selecionando uma análise, no menu “Analysis”, clicando com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Show Chart”. A Figura 3.29 mostra o resultado destes procedimentos.

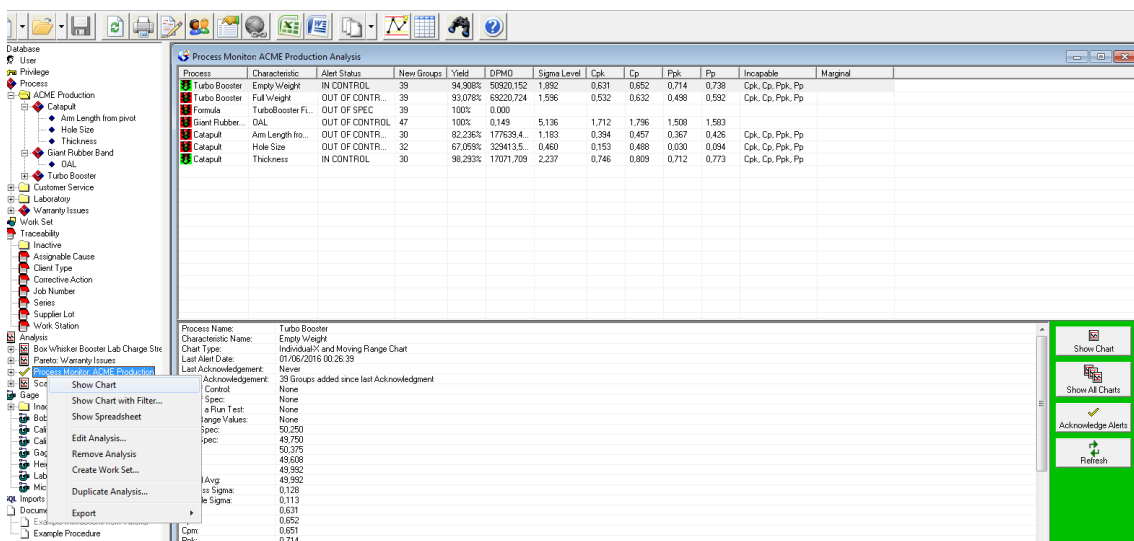
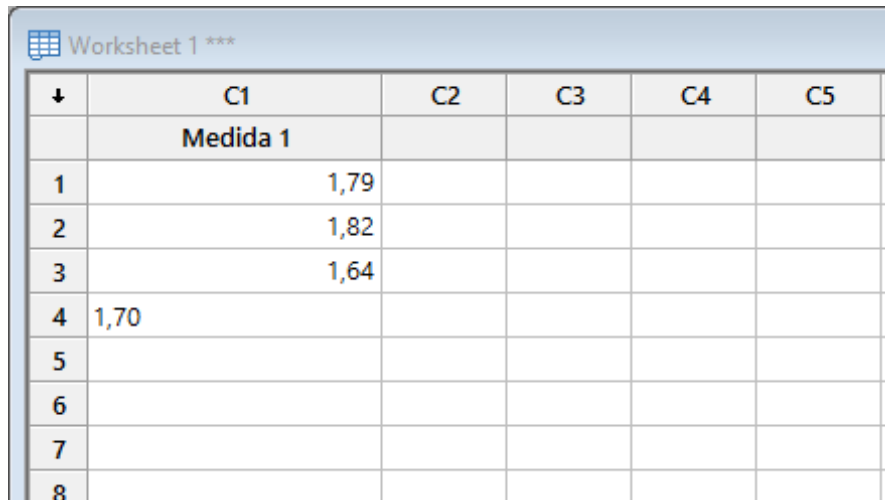


Figura 3.29 – SPC Explorer – Análise da “análise” criada.

Ferramenta - Minitab

Os resultados das medições, após serem coletados, devem ser inseridos no *worksheet* que representa o processo detentor da medida coletada. Os dados coletados de uma medida devem ser inseridos na coluna que se refere a tal medida. Esta inserção é feita simplesmente clicando na célula desejada e inserindo os dados, conforme mostra a Figura 3.30.



↓	C1	C2	C3	C4	C5
	Medida 1				
1	1,79				
2	1,82				
3	1,64				
4	1,70				
5					
6					
7					
8					

Figura 3.30 – Minitab – Adicionando os dados coletados.

Após a inserção dos dados coletados, o Minitab permite criar cartas de controle para a análise dos dados. Esta funcionalidade é feita selecionando, na barra de menu, as opções “Assistente” e “Cartas de Controle”, conforme mostra a Figura 3.31.

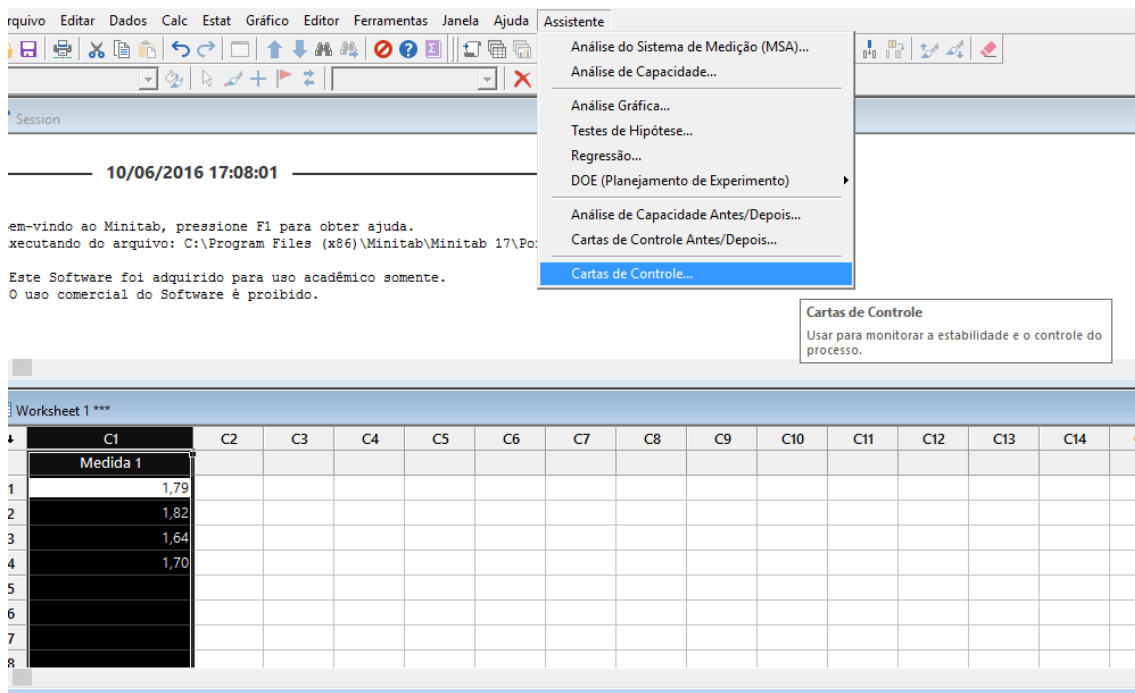


Figura 3.31 – Minitab – Assistente e Cartas de Controle.

Após isso, uma nova janela abrirá contendo os gráficos permitidos pelo Minitab, além de um assistente com perguntas para ajudar na escolha do gráfico, como é mostrado na Figura 3.32.

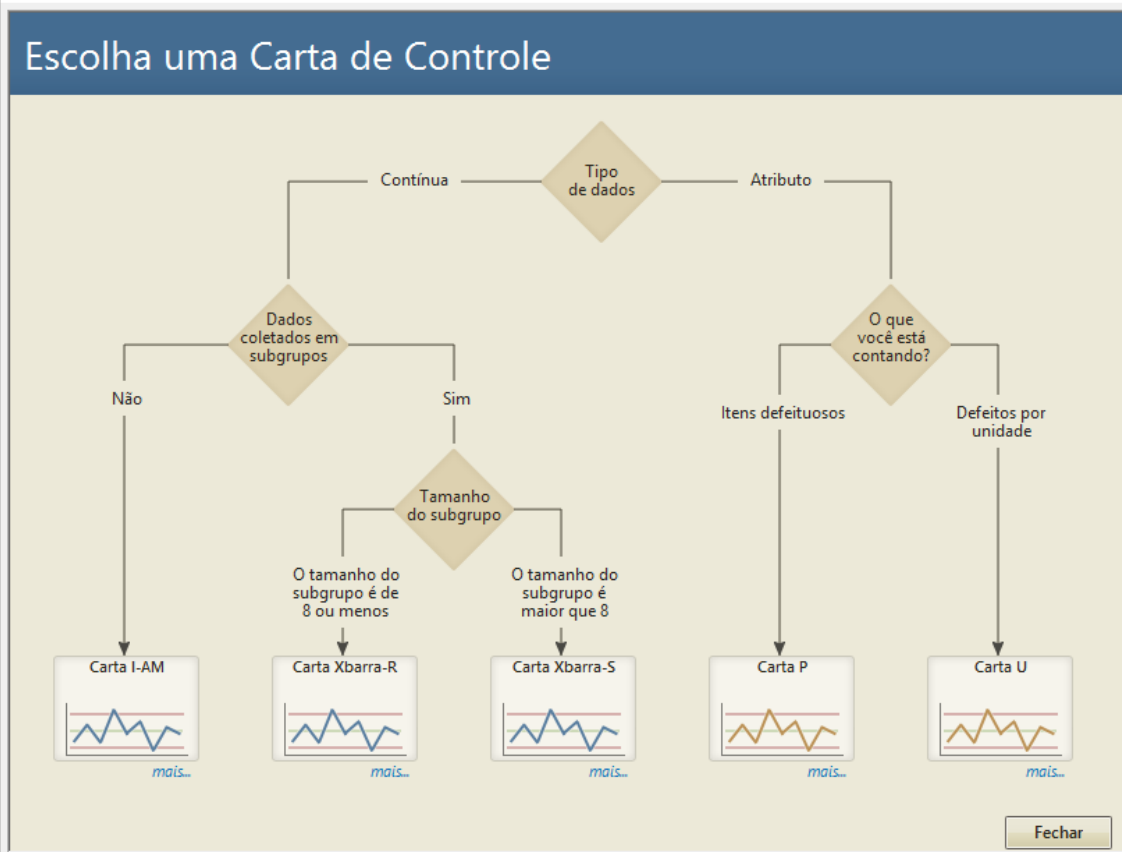


Figura 3.32 – Minitab – Assistente para escolha de gráficos de controle.

Como pode ser visto na Figura 3.32, o Minitab permite a utilização dos gráficos de controle I-AM, Xbarra-R, Xbarra-S, P e U. Após a escolha do gráfico, uma nova janela aparecerá, onde deve-se escolher a coluna a ser utilizada para o gráfico, e também se os limites de controle devem ser calculados a partir dos dados ou utilizar valores conhecidos, como mostra a Figura 3.33.

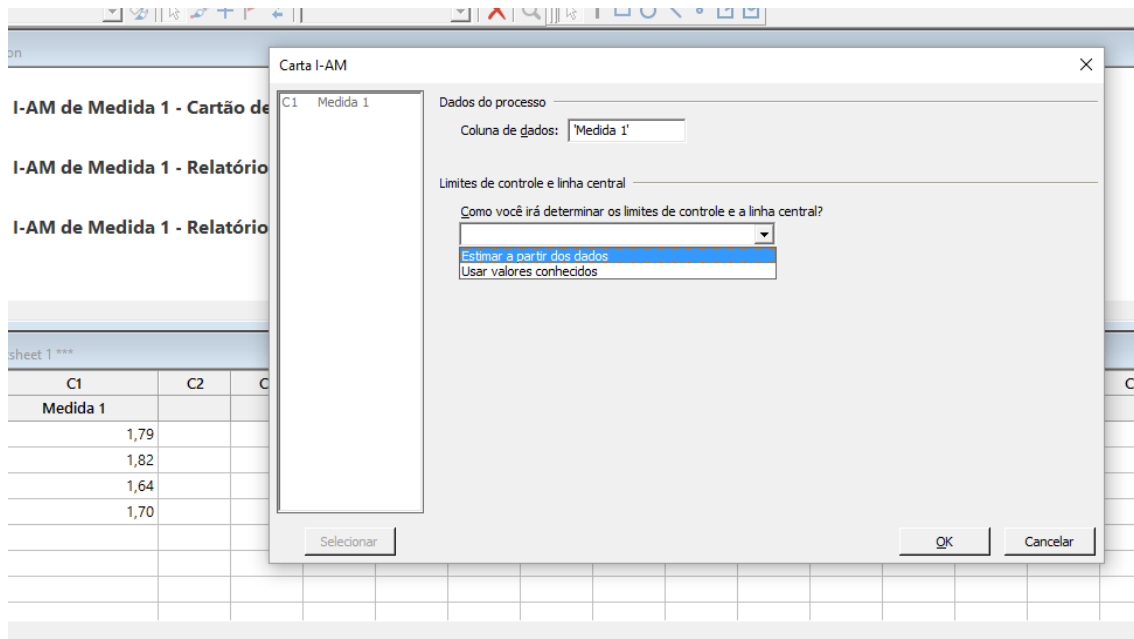


Figura 3.33 – Minitab – Definindo propriedades do gráfico a ser construído.

Para as análises iniciais, deve-se usar os limites de controle calculados a partir dos dados iniciais, pois ainda não se sabe o comportamento do processo em relação às medidas coletadas. Após a confirmação, os gráficos são construídos e três novas janelas são abertas:

- O “Relatório Resumo”, o qual mostra o gráfico e seus limites de controle, e possui um campo de comentários relacionado ao gráfico construído, conforme mostra a Figura 3.34;

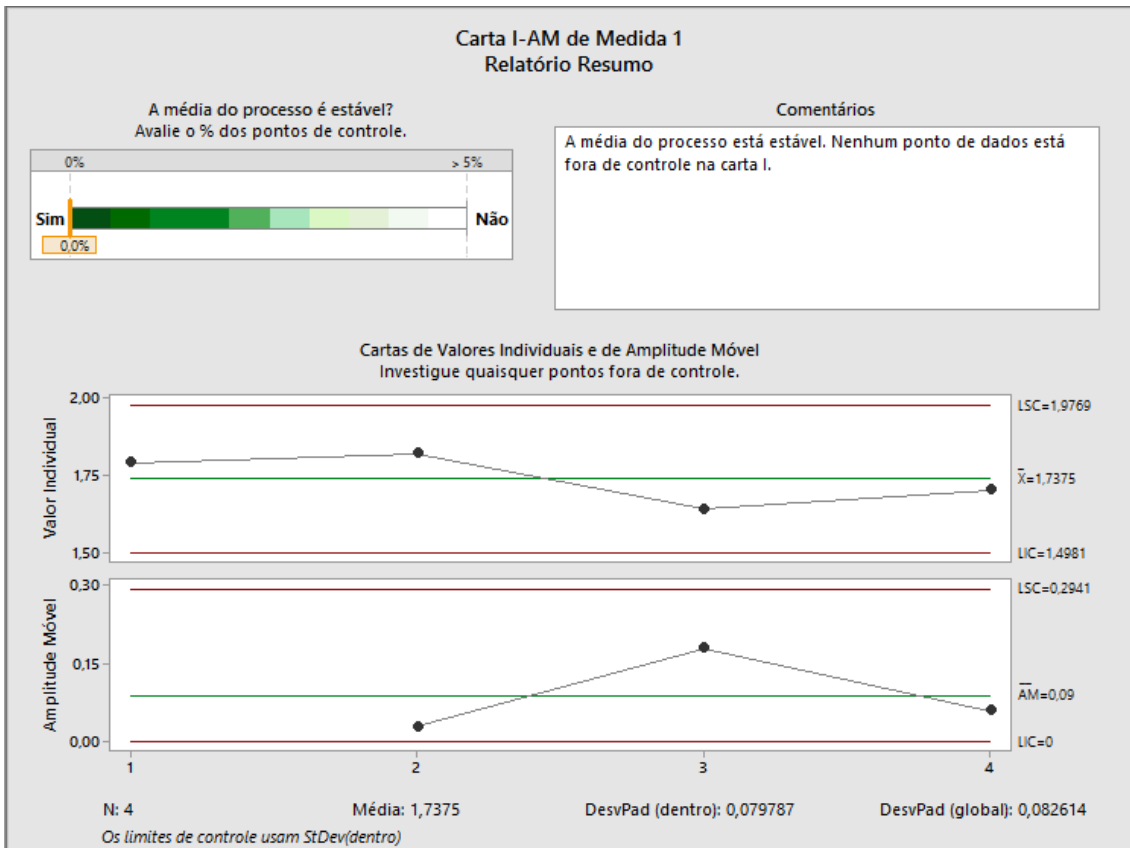


Figura 3.34 – Minitab – Relatório Resumo.

- O “Relatório de Estabilidade”, o qual é criado para analisar a estabilidade do gráfico. Ele também sugere alguns padrões de comportamentos a serem procurados, como mostra a Figura 3.35;

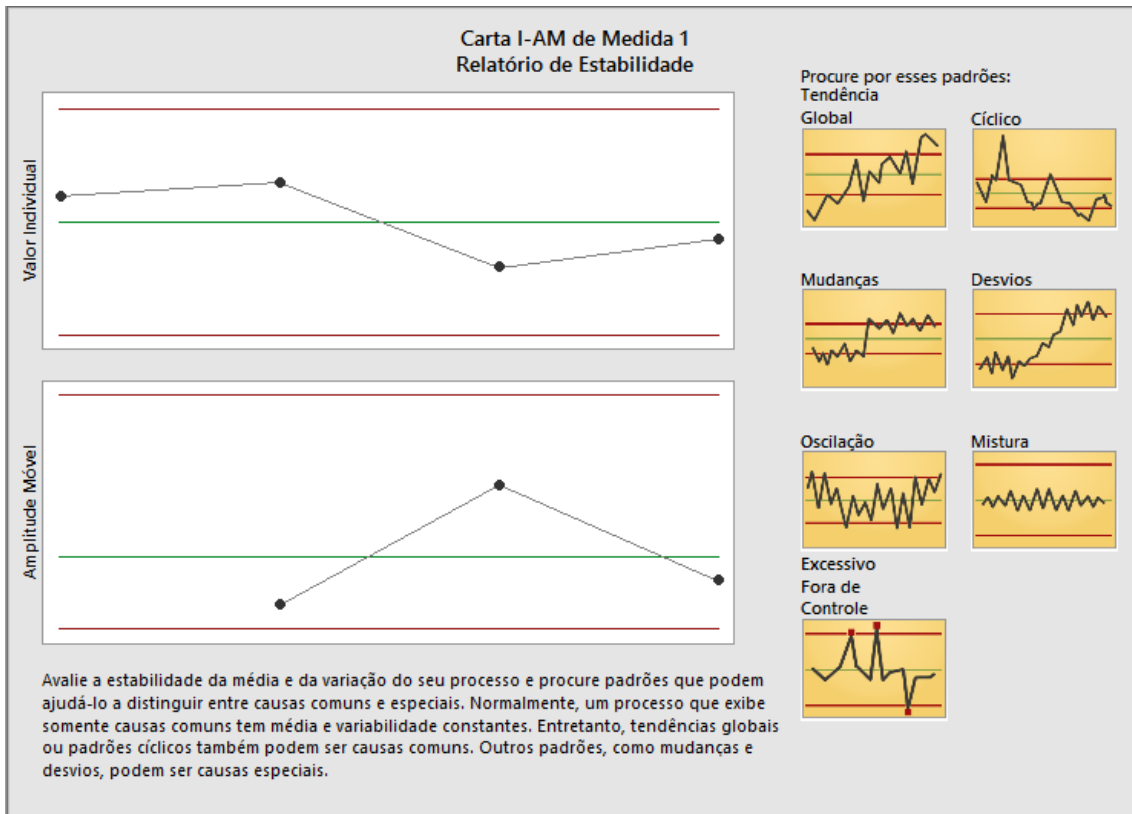


Figura 3.35 – Minitab – Relatório de Estabilidade.

- O “Cartão de Relatório”, o qual mostra a análise feita pelo Minitab e expõe alguns avisos em relação ao gráfico construído. A Figura 3.36 mostra o “Cartão de Relatório”.

**Carta I-AM de Medida 1
Cartão de Relatório**

Verificar	Status	Descrição
Estabilidade		A variação e a média do processo estão estáveis. Não há pontos fora de controle em ambas as cartas.
Normalidade		Se os dados forem não-normais, você pode observar um número maior de alarmes falsos. Como menos de 2% dos pontos estão fora dos limites de controle na carta I, o teste de normalidade não é necessário.
Quantidade de Dados		Você pode não ter dados suficientes para estimar limites de controle precisos. No mínimo 100 pontos de dados devem ser incluídos nos cálculos.
Dados Correlacionados		Se os dados estiverem correlacionados, você pode observar um maior número de alarmes falsos. Como menos de 2% dos pontos estão fora dos limites de controle na carta I, o teste de correlação não é necessário.
Gráficos de Alternativas		A finalidade desta carta é monitorar o controle do processo. Se seu objetivo principal é explorar ou comparar o processo antes e depois de uma alteração, use as Cartas de Controle de Análise Gráfica ou as Cartas de Controle Antes/Depois.

Figura 3.36 – Minitab – Cartão de Relatório.

O Minitab permite a adição destes gráficos ao relatório do projeto. Isto é feito clicando com o botão direito no gráfico e selecionando a opção “Adicionar ao Relatório”, conforme mostra a Figura 3.37.

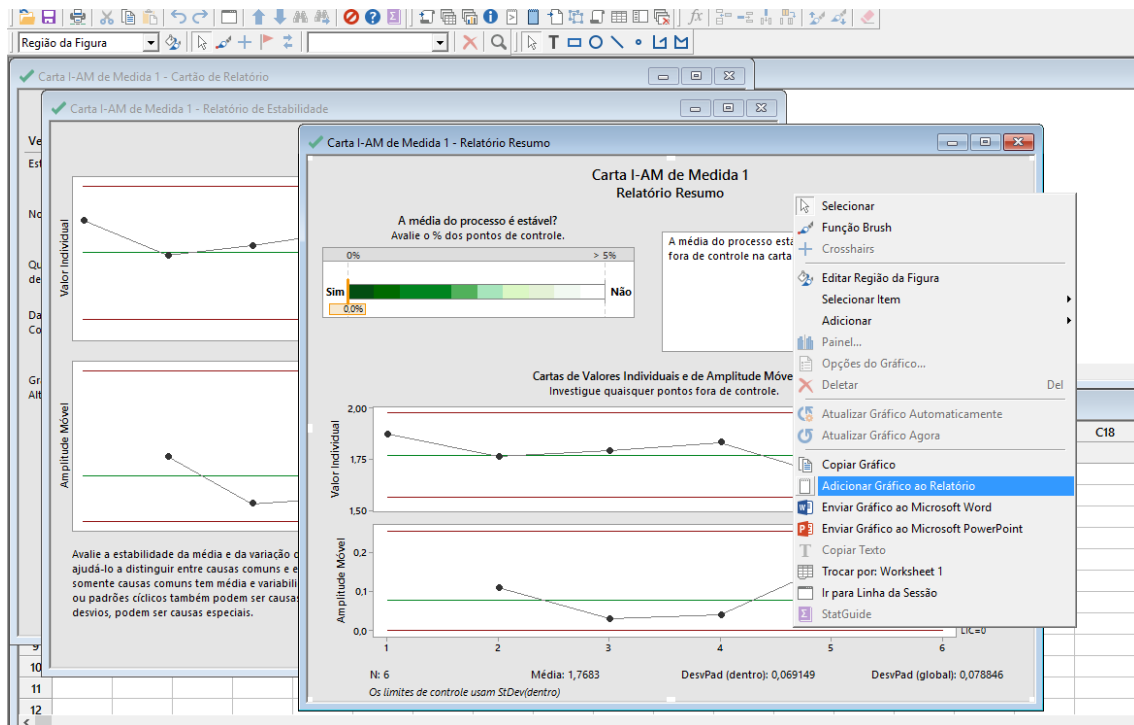


Figura 3.37 – Minitab – Adicionando gráfico ao relatório.

O relatório do projeto pode ser visualizado clicando na opção “Janela” da barra de menu e na opção “Project Manager”, conforme mostra a Figura 3.38.

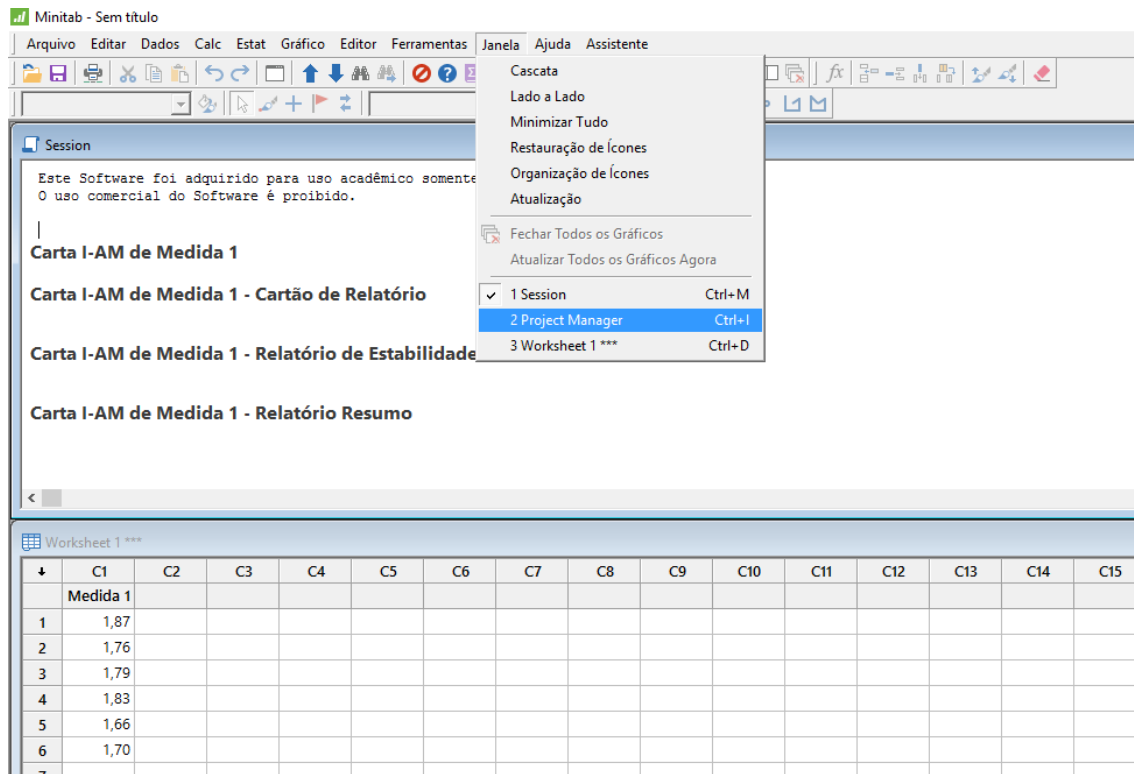


Figura 3.38 – Minitab – Selecionando a opção “Project Manager”.

Após isso, uma nova janela para manuseio do projeto será aberta, onde existe a opção “ReportPad” no menu esquerdo, o qual mostra o relatório do projeto. A Figura 3.39 mostra a nova janela onde pode ser visto o relatório do projeto e os gráficos adicionados no mesmo.

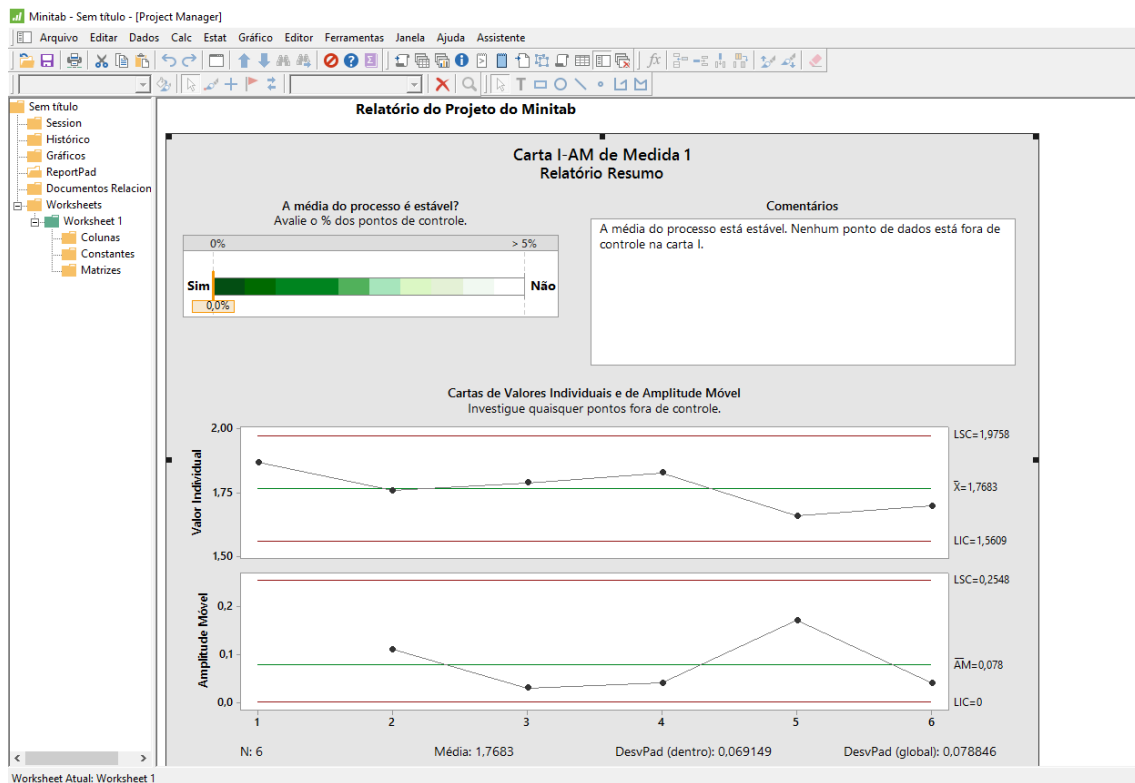


Figura 3.39 – Minitab – Relatório do Projeto.

Este relatório deve ser compartilhado com todos os interessados para monitorar o alcance dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho do processo/subprocesso. Isto pode ser feito clicando com o botão direito na opção “*ReportPad*” e selecionando a opção “*Imprimir Relatório*”, para imprimir o relatório ou gerar um arquivo PDF para ser enviado aos interessados. Este procedimento pode ser visto na Figura 3.40.

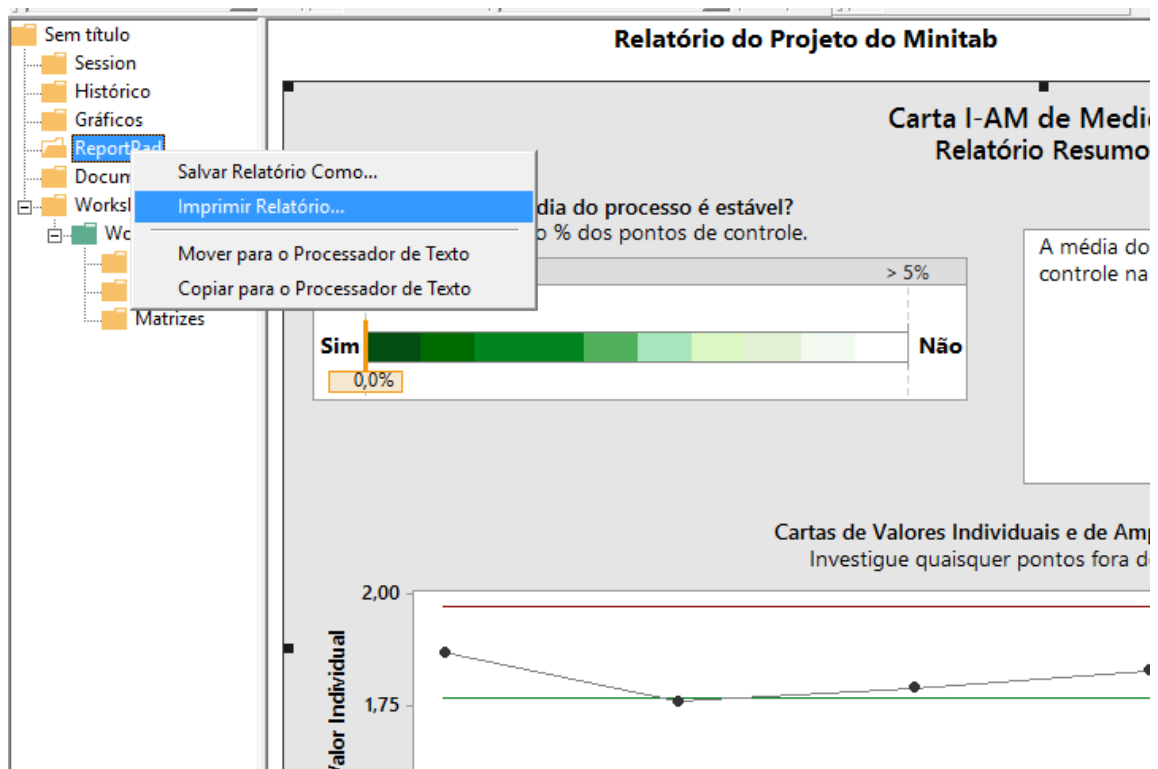


Figura 3.40 – Minitab – Imprimindo Relatório.

Ferramenta - QI Macros

Nas planilhas dos processos, os dados coletados para cada medida são inseridos nas suas respectivas colunas, como indicado na Figura 3.41.

J
Medida 1
3,7
3,6
3,7
3,8
3,8
3,6
3,4
3,7
3,8
4
3,5
3,6

Figura 3.41 – QI Macros – Inserção de dados coletados para as medidas.

A análise dos dados coletados é feita com a utilização de cartas de controle. Para criar um gráfico de controle é preciso escolher a opção “*Control Charts (SPC)*” no menu superior, conforme mostra a Figura 3.42, onde são visualizados os tipos de gráficos que o QI Macros oferece.

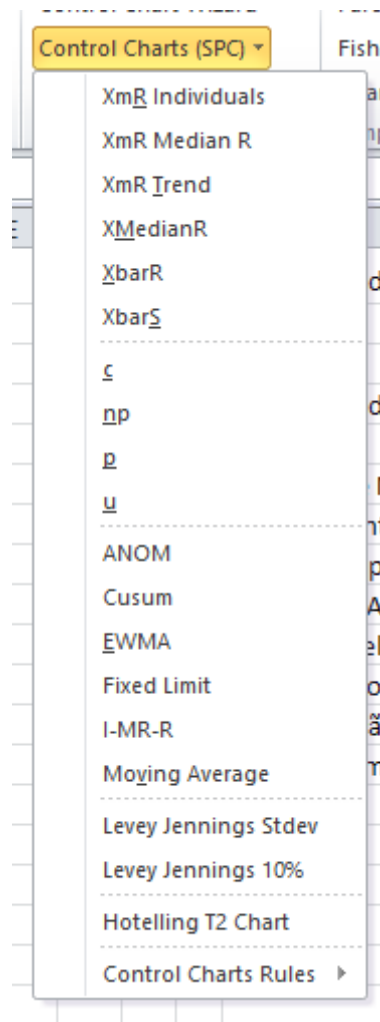


Figura 3.42 – QI Macros – Gráficos de controle.

Para utilizar estes gráficos, deve-se selecionar os dados que farão parte do gráfico, e depois utilizar o botão “*Control Charts (SPC)*” para escolher o tipo de gráfico desejado. A seguir, na Figura 3.43 está um exemplo do gráfico *XmR Individuals* criado pelo QI Macros.

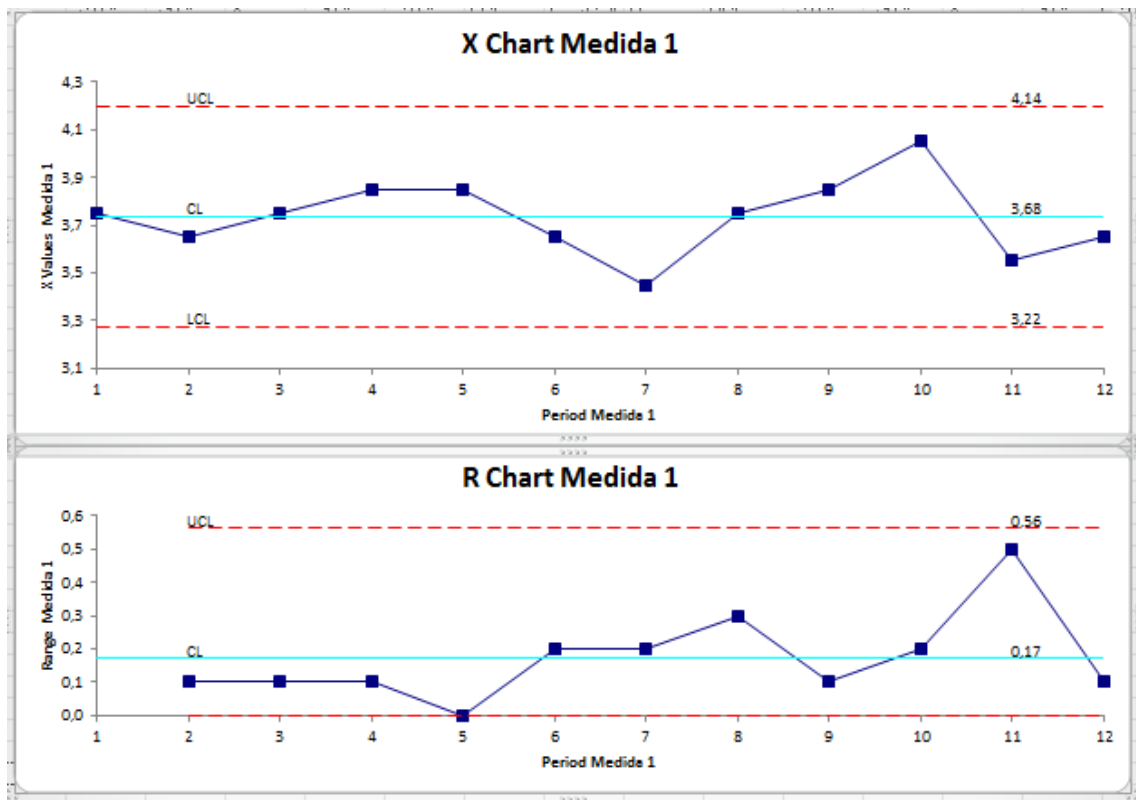


Figura 3.43 – QI Macros – Gráfico *XmR Individuals*.

Juntamente com os gráficos, os dados calculados são disponibilizados na planilha criada para o gráfico. A Figura 3.44 mostra os dados criados para o gráfico acima.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Data1		+2 Sigma	+1 Sigma	Average	-1 Sigma	-2 Sigma	LCL	LastCell	Range	UCL	+2 Sigma	+1 Sigma	Average	-1 Sigma	-2 Sigma	LCL
2	3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,7	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
3	3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
4	3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,7	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
5	3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,8	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
6	3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,8	0,0	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
7	3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6	0,2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
8	3,4	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,4	0,2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
9	3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,7	0,3	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
10	3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,8	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
11	4,0	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	4	0,2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
12	3,5	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
13	3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
14		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
15		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
16		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
17		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
18		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
19		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
20		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
21		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
22		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
23		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
24		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
25		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
26		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
27		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
28		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
29		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
30		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
31		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
32		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
33		4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,6		0,5643	0,4338	0,3033	0,2	0,0422	0	0
34																	
35																	
36																	
37																	

Figura 3.44 – QI Macros – Dados utilizados para o gráfico *XmR Individuals*.

Após a análise dos gráficos, deve-se comunicar os resultados a todos os interessados, enviando as planilhas e gráficos a estes.

Ferramenta - EPI Data

A entrada de dados no EPI Data é feita com a ferramenta EPI Data Entry Client, a qual pode ser aberta diretamente do EPI Data Manager, a partir do botão “*Enter Data*”. Desta forma, o projeto será aberto automaticamente no EPI Data ENtry Client, e caso se deseje fazer diretamente a coleta de dados pode-se executar o EPI Data Entry Client e abrir o projeto desejado para realizar o cadastro dos dados coletados.

A partir da utilização do EPI Data Entry Client, as medidas que foram incluídas no *dataform* de medidas no EPI Data Manager são mostradas no EPI Data Entry Client, conforme mostra a Figura 3.45.

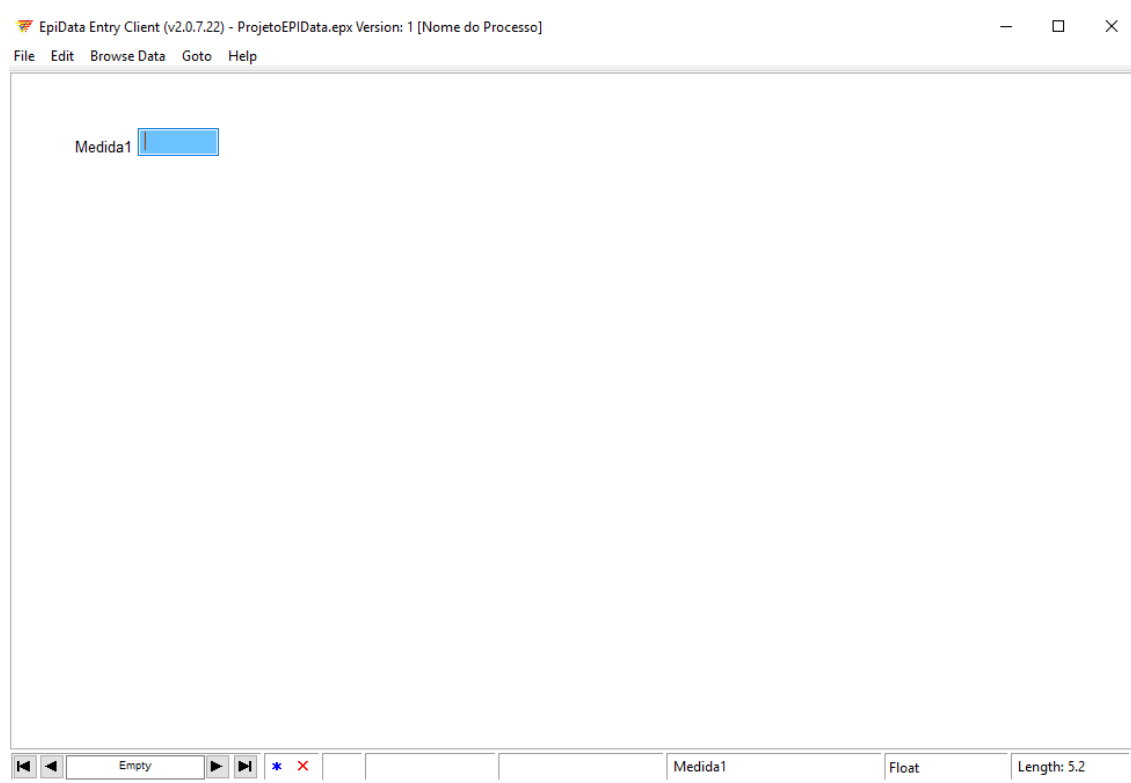


Figura 3.45 – EPI Data Entry Client – Realizando o cadastro dos dados coletados.

Inserindo o dado coletado e clicando no botão “*”, localizado na parte inferior da tela, o dado é adicionado à base de dados coletada. Utilizando as setas de esquerda e direita é possível navegar entre os dados coletados e alterá-los se necessário.

Após a coleta dos dados, é necessário executar a ferramenta EPI Data Analysis para realizar a análise dos dados coletados. A primeira ação a ser feita é ler os dados do projeto que será analisado através do botão “Read” e abrir o projeto criado com dados já coletados. A Figura 3.46 mostra a tela inicial do EPI Data Analysis, onde o botão “Read” pode ser visualizado.

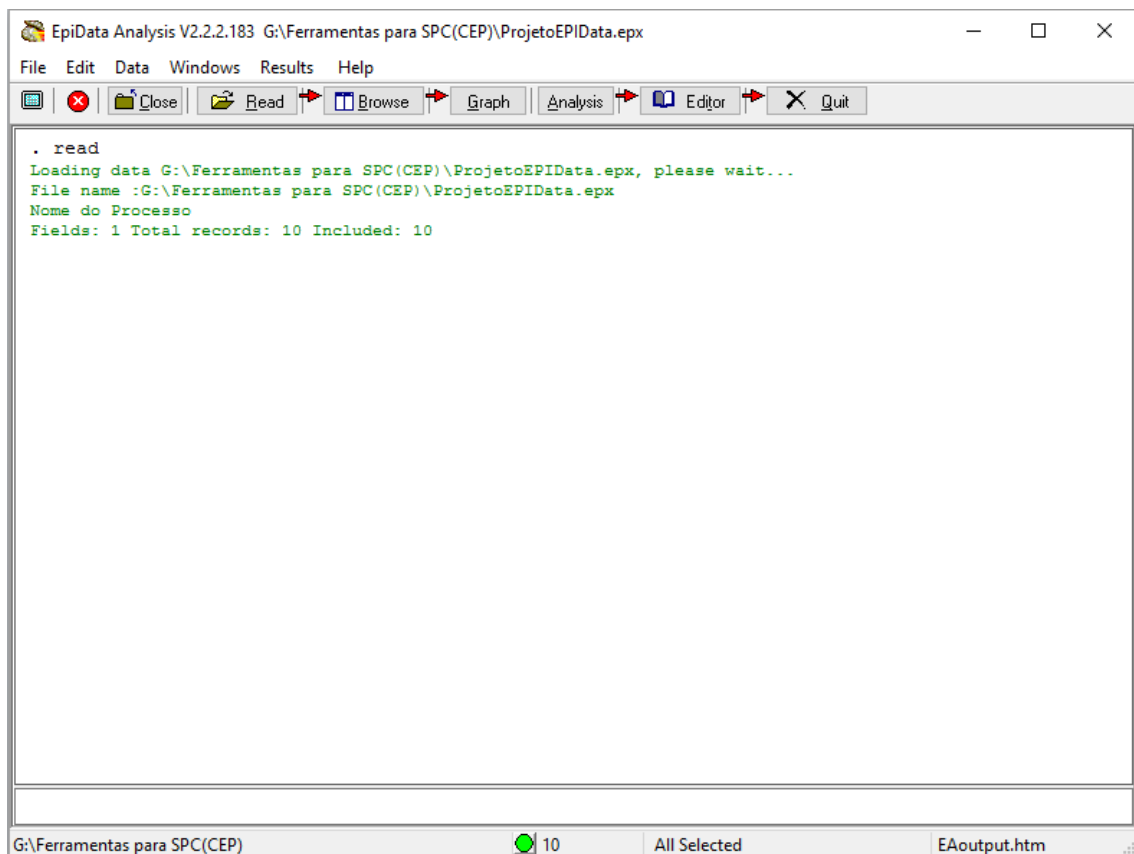


Figura 3.46 – EPI Data Analysis – Tela Inicial.

Agora pode-se utilizar o botão “Graph” e selecionar, na opção “SPC Charts”, o gráfico de controle que se deseja utilizar. O EPI Data Analysis permite a utilização dos gráficos de acordo com o mostrado na Figura 3.47.

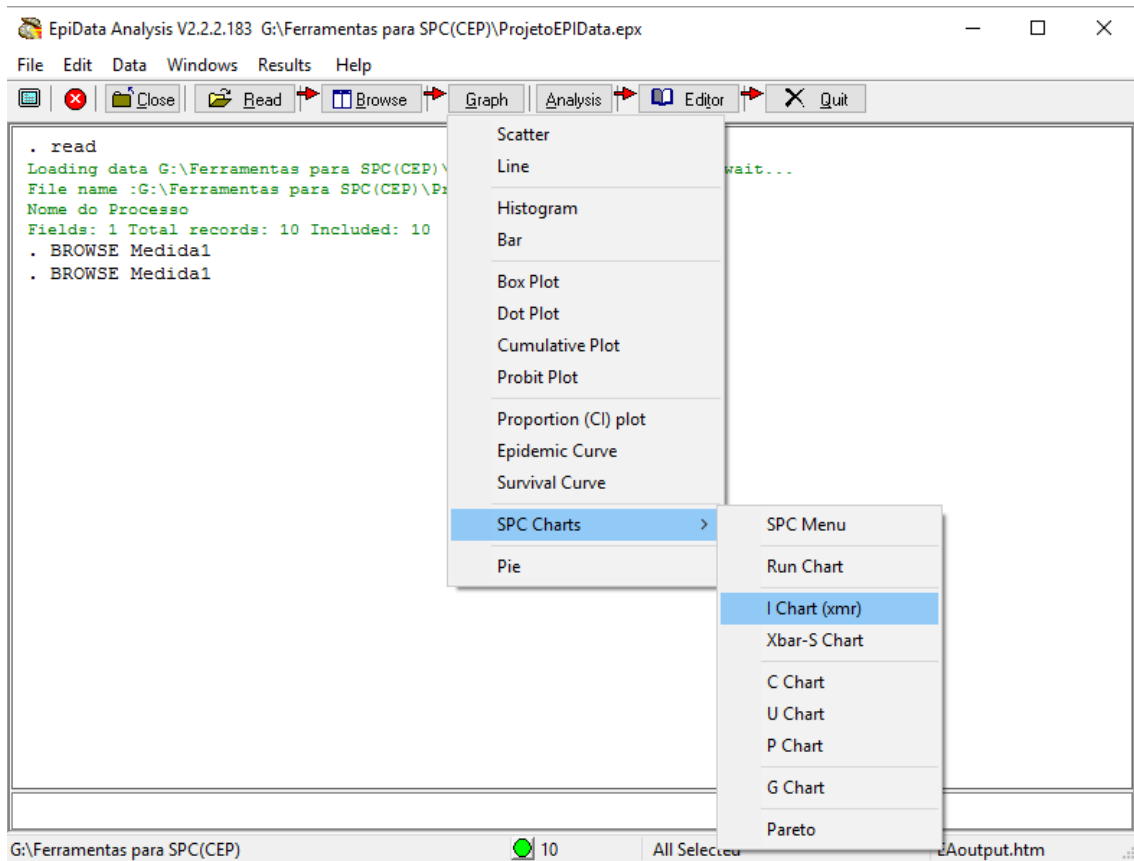


Figura 3.47 – EPI Data Analysis – Gráficos de controle permitidos pelo EPI Data Analysis.

Após selecionar o gráfico desejado, uma nova janela será aberta, solicitando informações para a criação do gráfico. Na Figura 3.48 foi utilizado o gráfico *I Chart (xmr)*.

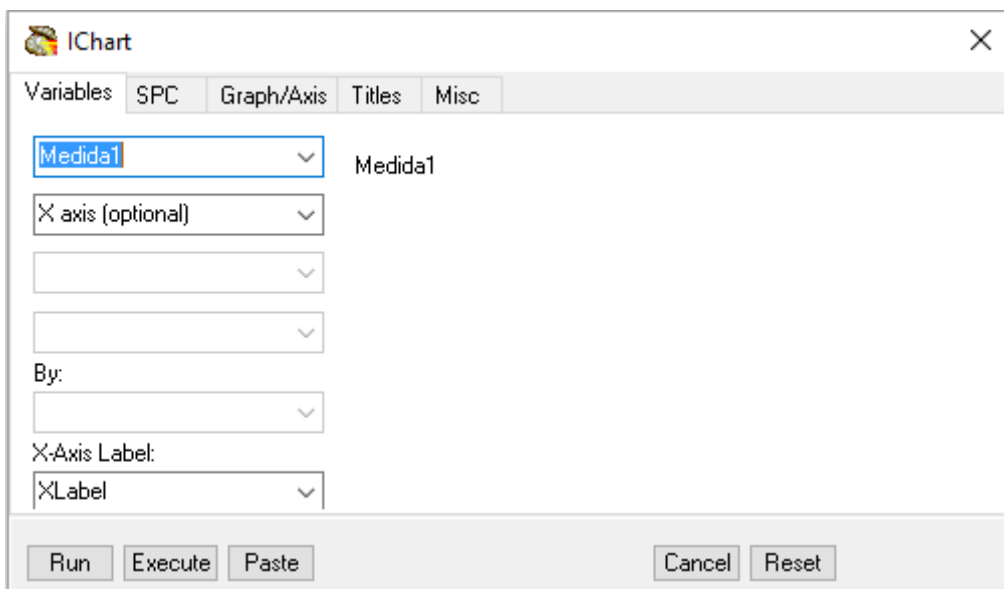


Figura 3.48 – EPI Data Analysis – Informações para a criação do gráfico de controle.

Agora deve ser selecionada a medida desejada para criar o gráfico neste primeiro campo, como mostra a Figura 3.48. A seguir, clicando no botão “Run”, esta janela será fechada e o gráfico gerado na tela principal do EPI Data Analysis, conforme mostra a Figura 3.49.

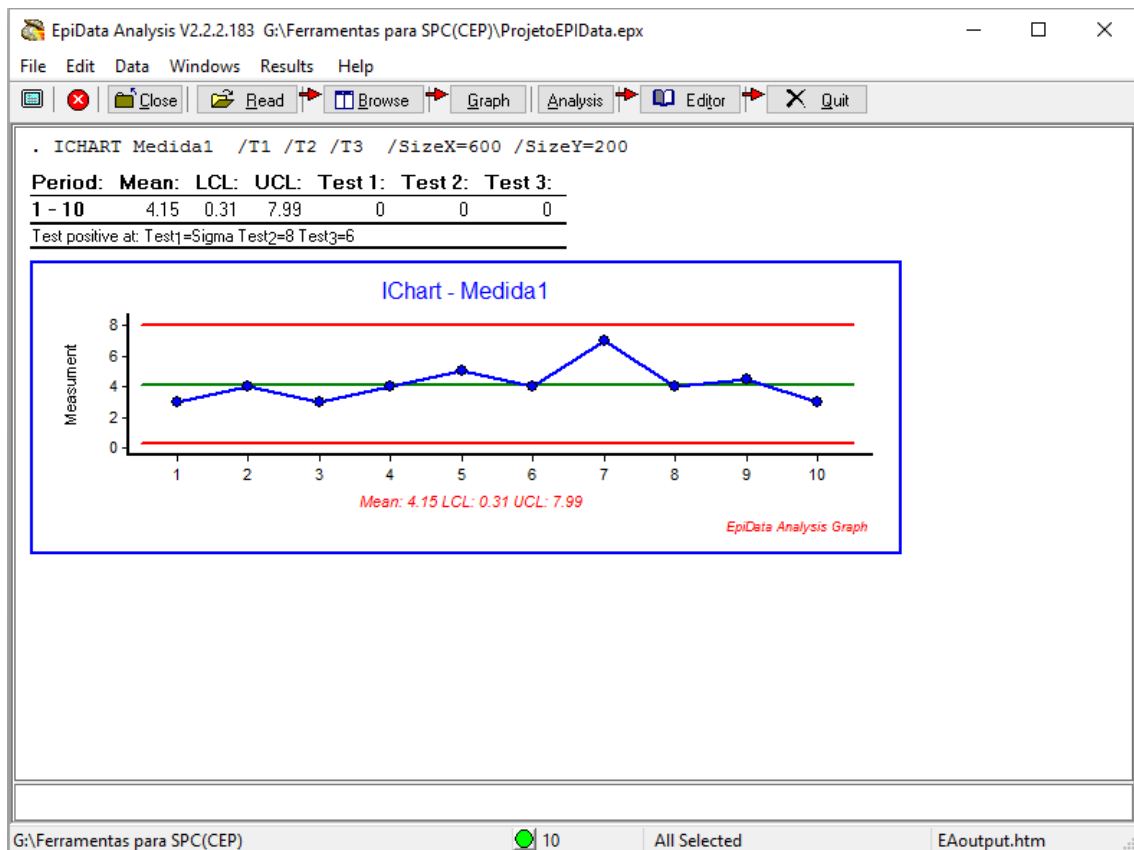


Figura 3.49 – EPI Data Analysis – Gráfico de controle criado.

Neste primeiro gráfico os limites de controle foram calculados automaticamente a partir dos dados coletados. Porém nas próximas análises, devem ser informados os limites para a análise.

Após gerar os gráficos e realizar a análise, deve-se clicar com o botão direito na área principal e escolher “Save current view (logclose)”, conforme indica a Figura 3.50.

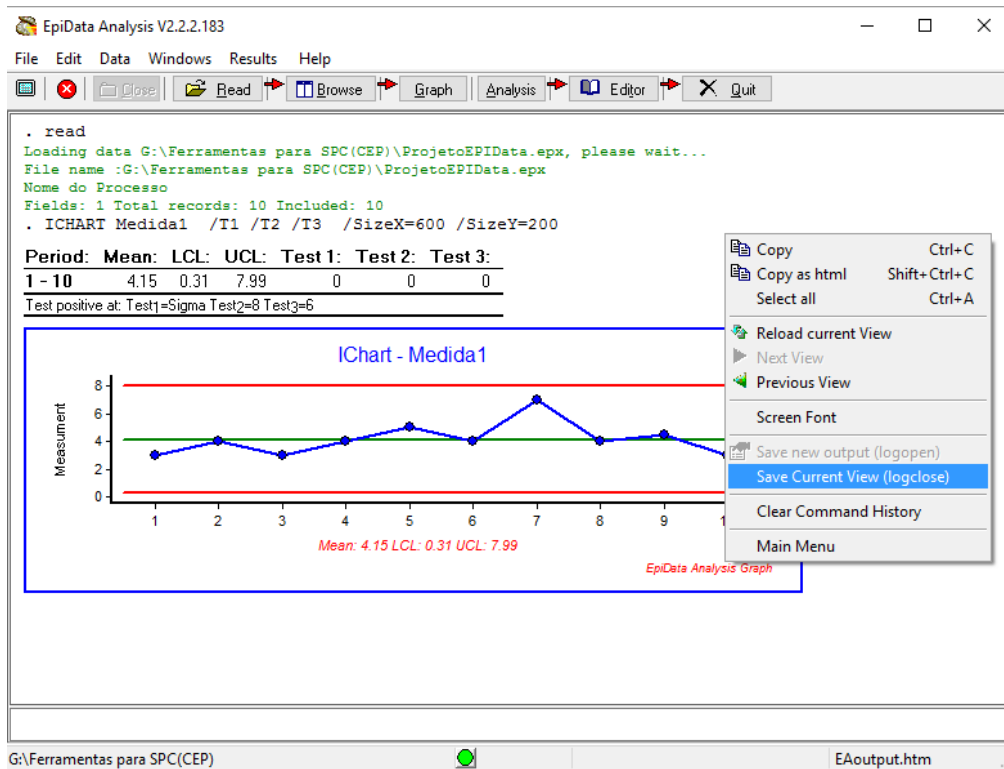


Figura 3.50 – EPI Data Analysis – Salvando gráficos criados.

Após isso, uma nova janela irá abrir (em HTML) com o *log* das operações realizadas até o momento. A Figura 3.51 mostra o log salvo.

The screenshot shows a text editor window titled "G:\Ferramentas para SPC(CEP)\analiseFeita.pgm - EpiData...". The window contains HTML code generated by EpiData Analysis. The code includes a DOCTYPE declaration, a head section with a style sheet, and a body section with various classes and their styles. The code is as follows:

```

1 <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transi ^
2 <HTML>
3 <!-- This file generated by Epidata Analysis EpiDat
4 <Head>
5 <STYLE>
6 <!--
7   p {color: black ;font-size: 1.0em ; font-fami
8   h1 {color: blue; font-size: 1.25em; font-family: :
9   h2 {color: blue; font-size: 1.20em; font-family: :
10  h3 {color: blue; font-size: 1.15em; font-family: :
11  h4 {color: blue; font-size: 1.10em; font-family: :
12  h5 {color: blue; font-size: 1.05em; font-family: :
13  .body {color: black; background-color: white; fo
14  .warning {color: black; font-size: 0.85em; font-w
15  .small {color: black; font-size: 0.85em; font-fam
16  .ci {color: black; font-size: 0.80em; font-family
17  .command {color: black; font-size: 1.0em; font-we
18  .sysinfo,
19  .timing {color: blue; font-size: 0.85em; font-we
20  .info {color: green; font-size: 0.85em; font-weig
21  .result {color: green; font-weight: normal}
22  .error {color: red; font-family: monospace}
23  .cmd {color: green; font-weight: normal; }

```

Figura 3.51 – EPI Data Analysis – Log das operações realizadas.

Após salvar o código, ele poderá ser visualizado a partir da barra de menu superior, na opção “*Results*”, selecionando a opção “*View other html file*”. Após isso, deve-se selecionar o arquivo salvo anteriormente. Deve-se ter atenção para os documentos gerados, além do arquivo em HTML, os gráficos são salvos em imagens de extensão .png.

Para monitorar o quanto os objetivos quantitativos para o desempenho do processo foram alcançados, estes arquivos devem ser enviados a todos os interessados e podem ser visualizados em qualquer navegador de internet.

4 IMPLEMENTAÇÃO DO ATRIBUTO DE PROCESSO 4.2 – O PROCESSO É CONTROLADO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE SOFTWARE

Neste capítulo, será apresentado o guia para a implementação do Atributo de Processo 4.2 – O Processo é controlado, descrito no capítulo 2, de acordo com as práticas recomendadas pelo MR-MPS-SW e utilizando as ferramentas de software específicas para a realização do controle estatístico, seguindo os mesmos princípios do capítulo 3.

4.1 Atributo de Processo 4.2 – O Processo é Controlado

Este Atributo de Processo espera que as seguintes práticas (itens de i a v) sejam alcançadas, onde juntamente com cada prática será descrito como a mesma pode ser atingida utilizando as ferramentas analisadas:

(i) Técnicas para análise dos dados coletados são selecionadas

Neste item as técnicas para a análise dos dados coletados são selecionadas. Simplificando, nesta etapa serão selecionados os gráficos de controle que serão usados para realizar o controle estatístico dos dados coletados.

Ferramenta - SPC Explorer

Como foi apresentado no item (vii) do Atributo de Processo 4.1, o SPC Explorer permite o registro das características para um processo. Seguindo o mesmo processo do item (vii) do AP 4.1, é aberta a janela de definições da características. Nesta janela existem várias abas e dentre elas está a aba “*Properties*”, na qual é selecionado o gráfico de controle que será usado para a análise da característica em questão. O SPC Explorer permite a utilização dos gráficos *Individual-X and Moving Range Chart*, *X-Bar and Range Chart*, *X-Bar and Sigma Chart*, *Run Chart*, *Moving Average and Range Chart*, *Moving Average and Sigma Chart*, *P Chart*, *U Chart*, *NP Chart* e *C Chart*. A Figura 4.1 mostra a janela de definição da característica com a aba “*Properties*” selecionada.

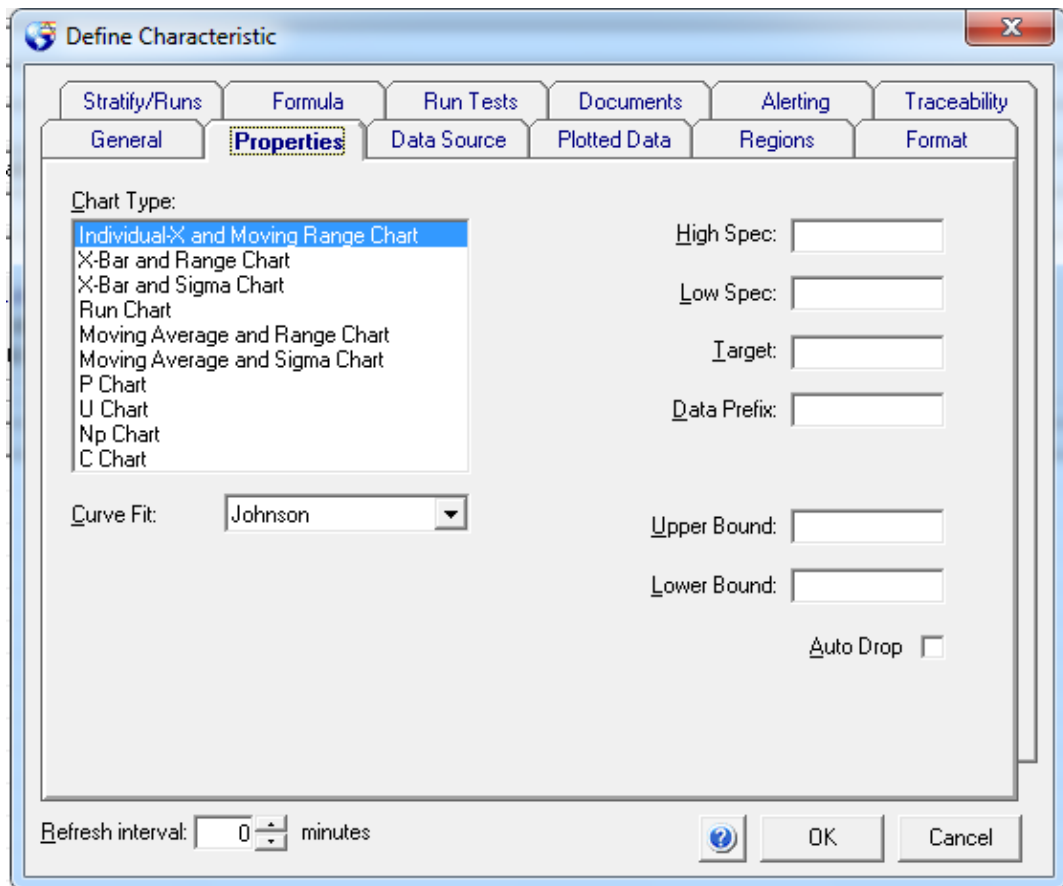


Figura 4.1 – SPC Explorer – Definir Característica, selecionada a aba “*Properties*”.

Após selecionar o gráfico a ser utilizado, é necessário também que os motivos que levaram a escolha dele sejam descritos no campo “*Note*” da aba “*General*”. Este campo “*Note*” é o mesmo utilizado no item (vii) do AP 4.1.

Ferramenta - Minitab

O Minitab permite a utilização dos gráficos de controle I-AM, Xbarra-R, Xbarra-S, P e U, como mencionado no item (viii) do AP 4.1. Após realizados os passos descritos no item (viii), onde os gráficos são gerados e adicionados ao relatório do projeto, deve-se descrever no relatório os motivos para escolha daquele gráfico como técnica de análise e controle.

Ferramenta - QI Macros

No item (viii) do AP 4.1 são mostrados os tipos de gráficos disponibilizados pelo QI Macros. Os gráficos são: *XmR Individuals*, *XmR Median R*, *XmR Trend*, *XMedianR*, *XbarR*, *XbarS*, *C*, *NP*, *P*, *U*, entre outros gráficos customizados. Ao utilizar um dos gráficos permitidos pelo QI Macros, deve-se expor os motivos para a escolha do gráfico

a ser utilizado. Estes motivos devem ser descritos no plano de medição da medida, o qual foi inserido conforme orientado no item (vii) do AP 4.1. Desta forma, deve-se apenas adicionar estas informações em uma célula da planilha, na coluna utilizada para as informações do plano de medição para a medida em questão.

Ferramenta - EPI Data

Utilizando o EPI Data Analysis, ao clicar no botão “*Graph*” e selecionar a opção “*SPC Charts*”, as opções dos gráficos de controle disponibilizadas pelo EPI Data Analysis serão mostradas, conforme visualizado na Figura 4.2.

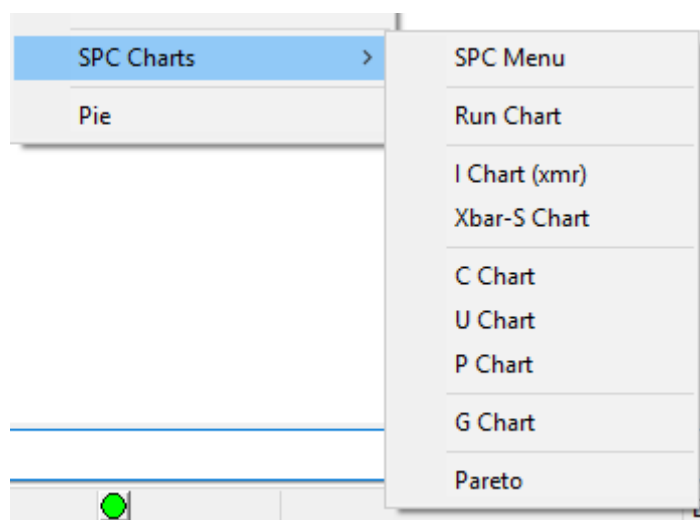


Figura 4.2 – EPI Data – EPI Data Analysis, gráficos permitidos.

Após ter sido escolhido o gráfico a ser utilizado, deve-se descrever os motivos para a escolha deste gráfico no plano de medição da medida em questão, isto deve ser feito seguindo os passos realizados no item (vii) do AP 4.1.

(ii) Dados de medições são analisados com relação a causas especiais (atribuíveis) de variação do processo

Neste item, procura-se utilizar os gráficos de controle selecionados no item anterior para analisar os dados coletados com relação a causas especiais de variação. Em outras palavras, procura-se encontrar dados fora dos limites de controle do gráfico sendo utilizado. Inicialmente, os limites de controle devem ser calculados automaticamente pela ferramenta, pois ainda não se possui quantidade significativa de dados coletados.

Neste item é necessário identificar as variações especiais e o que causou estas variações, para isso deve-se utilizar o diagrama de causa e efeito. Nem todas as ferramentas analisadas possuem funcionalidades que atendam esta prática, portanto deve-

se usar uma ferramenta externa como a XMind, a qual permite a criação de diagramas de causa e efeito. Esta ferramenta é gratuita. A seguir é explicado como utilizar a XMind para identificar as causas das variações especiais encontradas.

Primeiramente, na tela principal do XMind é possível ver os diversos diagramas que a ferramenta possibilita uso. Dentre eles o diagrama de Ishikawa (“Espinha de peixe” ou “causa e efeito”), podendo este ser alinhado à direita ou à esquerda. A Figura 4.3 mostra a tela principal do XMind.

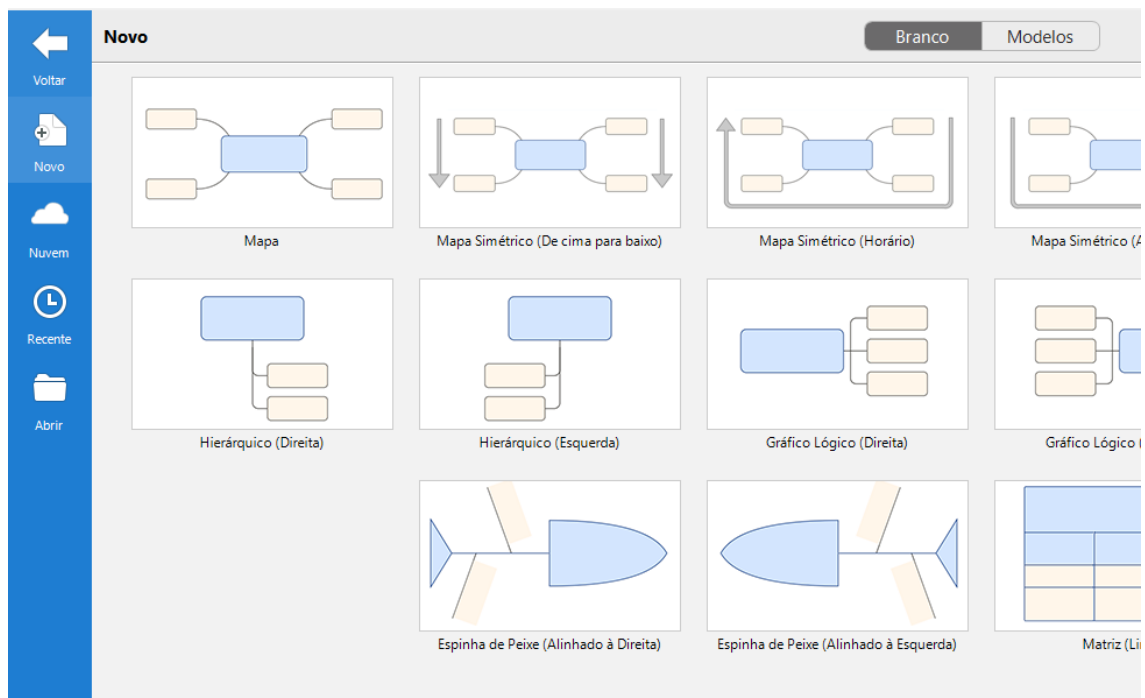


Figura 4.3 – Xmind – Tela principal.

Ao clicar no diagrama Espinha de Peixe, uma nova janela é aberta para a escolha de um tema, o qual é apenas uma alteração visual do diagrama, não interferindo na sua estrutura. Após a escolha de um dos temas, a aba para a construção do diagrama é aberta, como mostra a Figura 4.4.

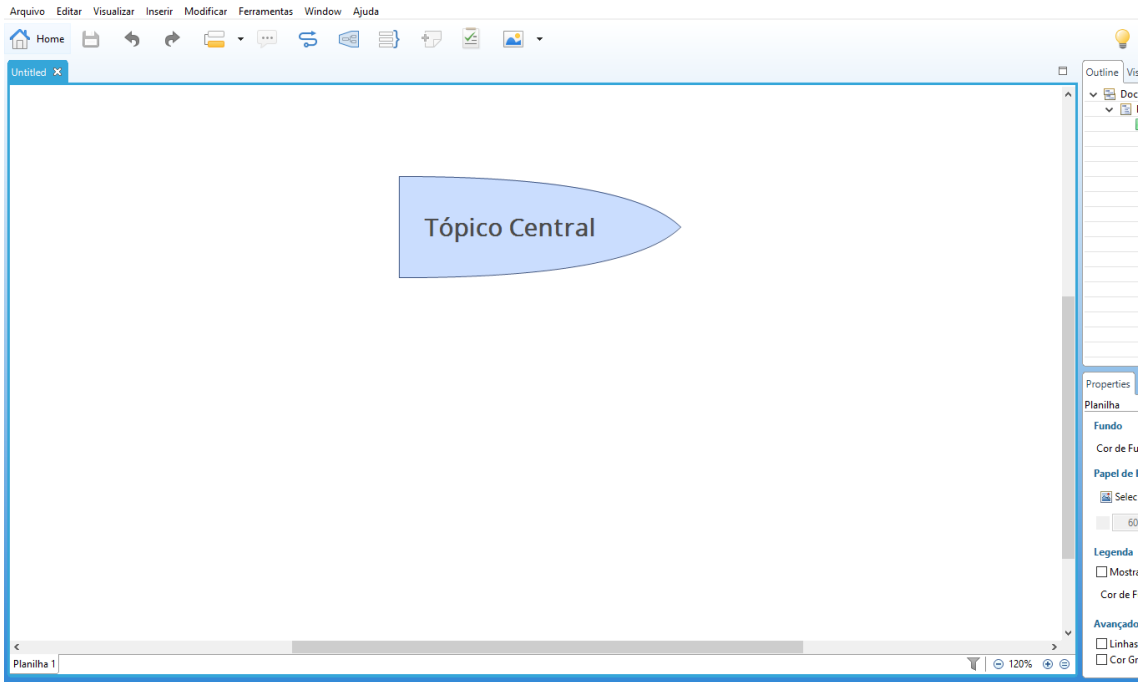


Figura 4.4 – Xmind – Aba de criação do diagrama de Ishikawa.

O tópico central é criado automaticamente. Para adicionar um novo subtópico, deve-se clicar com o botão direito do mouse no tópico desejado, e selecionar as opções “Inserir” e “Subtópico”, conforme indicado na Figura 4.5.

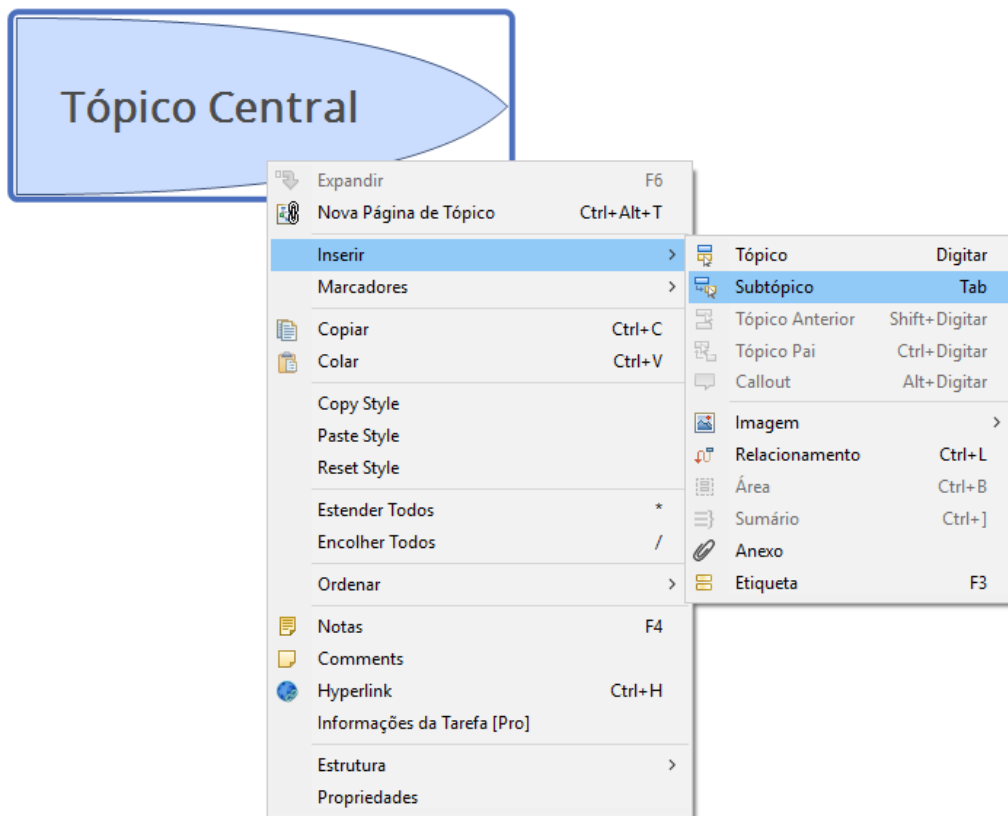


Figura 4.5 – Xmind – Inserindo subtópico.

Para analisar as causas especiais de variação, deve-se usar: o tópico principal do diagrama como as consequências das variações especiais; os subtópicos do tópico principal como as variações especiais encontradas; e os subtópicos das variações especiais como as possíveis causas para estas variações. A Figura 4.6, exemplifica este processo.

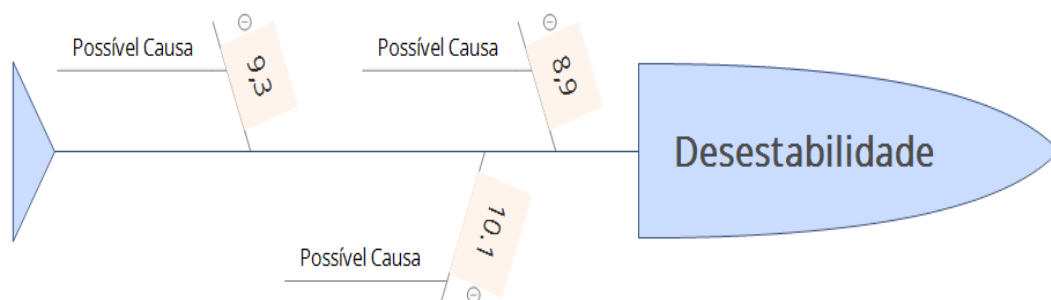


Figura 4.6 – Xmind – Diagrama de Ishikawa.

Após as causas serem identificadas e o diagrama ter sido completado, deve-se exportar o diagrama e incluir o mesmo onde for necessário. O XMind permite a exportação dos diagramas criados em vários formatos, dentre eles estão os tipos imagem, PDF, Microsoft Word, etc. Este recurso é acessado na barra de menu na opção “Arquivo” e “Export...”.

SPC Explorer

Para realizar a análise das causas especiais de variação, deve-se primeiro seguir os passos indicados no item (viii) do AP 4.1. Desta forma, pode-se realizar a análise dos dados coletados utilizando os gráficos de controle construídos e verificar a existência de causas especiais de variação.

O SPC Explorer também realiza um controle para a entrada de dados em casos de variações que excedam os limites de controle sendo utilizados. No momento da entrada dos dados coletados, quando é adicionado um dado que faz com que o gráfico de controle saia dos seus limites, um alerta é emitido pela ferramenta, conforme indicado na Figura 4.7.

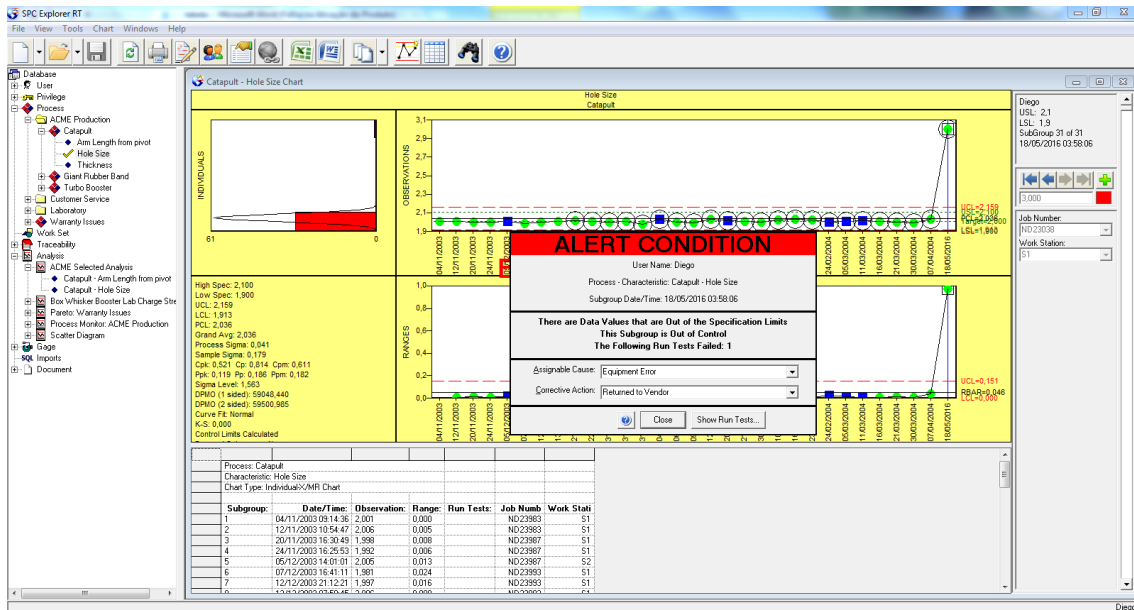


Figura 4.7 – SPC Explorer – Alerta na entrada de dados, para dados fora dos limites de controle.

Quando este alerta é emitido, uma causa para a variação especial deve ser assinalada, bem como uma ação corretiva a ser realizada. Essas causas são cadastradas no menu “Traceability” com o botão “Add Traceability”. A Figura 4.8 mostra o menu “Traceability” mencionado.

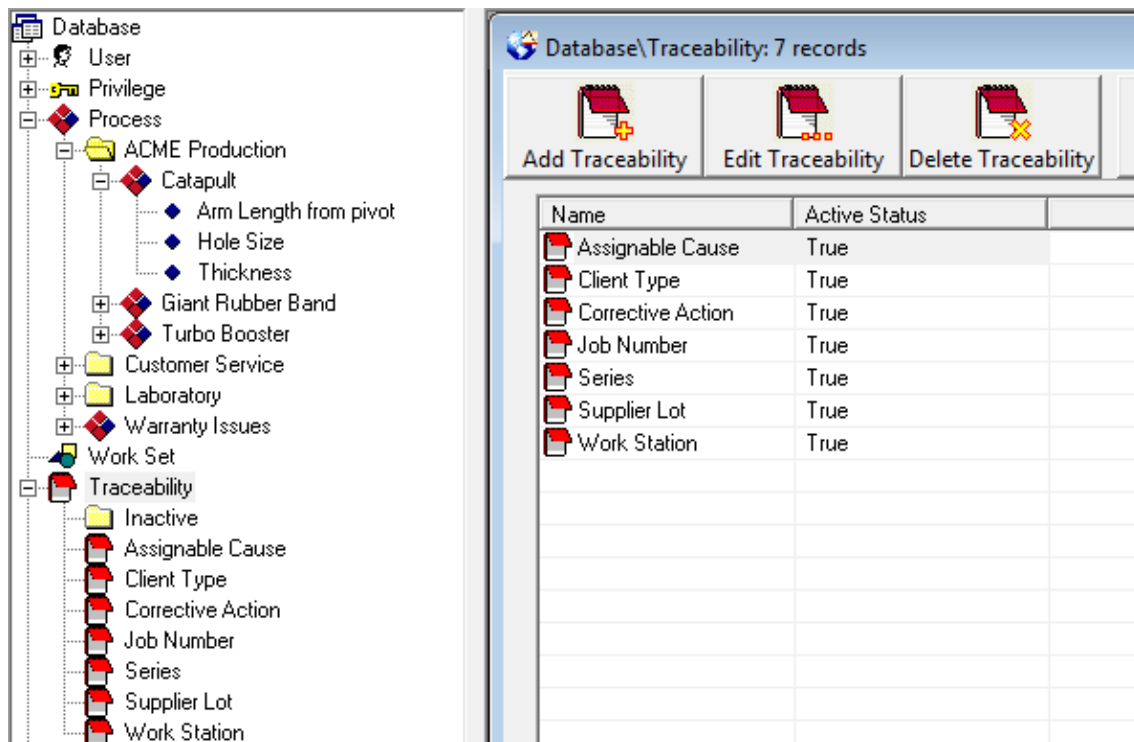


Figura 4.8 – SPC Explorer – Menu Traceability.

Ao clicar no botão “Add Traceability” uma nova tela será exibida, para que nela seja realizado o cadastro da causa para a variação especial, como mostra a Figura 4.9.

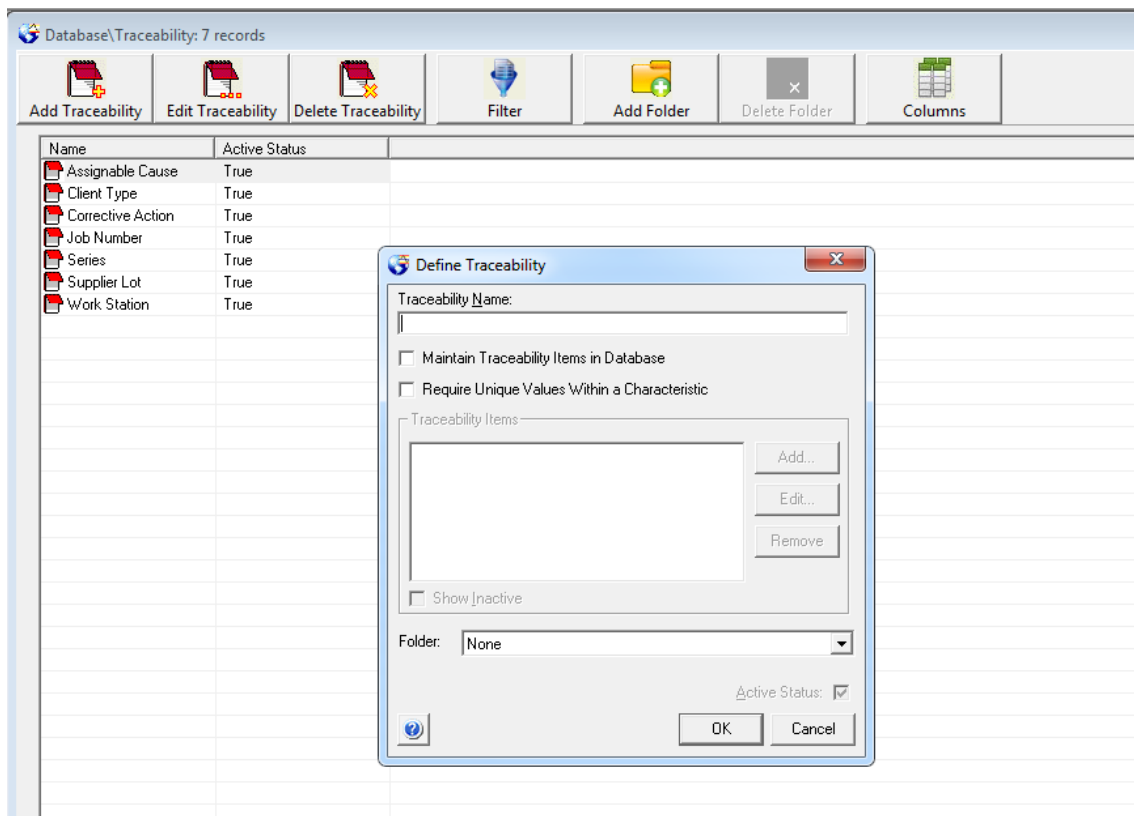


Figura 4.9 – SPC Explorer – Tela de adição de causa para variações especiais.

Apesar de tratar das variações especiais, o SPC Explorer não possui funcionalidade para o descobrimento das causas dessas variações, para isso deve ser usado um software externo que utilize meios como o diagrama de Ishikawa (“Espinha de peixe” ou “causa e efeito”), para a identificação das causas dessas alterações nos gráficos de controle. Para isto, deve-se utilizar a ferramenta XMind. Após a identificação das causas, estas devem ser adicionadas ao SPC Explorer.

Ferramenta - Minitab

A análise dos dados coletados é feita conforme o item (viii) do AP 4.1, onde são criados os gráficos a partir dos dados coletados. Os gráficos criados são utilizados para identificar variações fora dos limites de controle calculados inicialmente. Uma vez identificadas as variações especiais, deve-se buscar suas causas. Para encontrar as causas das variações especiais, deve-se utilizar o diagrama de Ishikawa (“Espinha de peixe” ou “causa e efeito”). O Minitab permite a criação do diagrama de Ishikawa a partir da barra de menu superior, nas opções “Estat”, “Ferramentas da Qualidade” e “Causa e Efeito...”, como indicado na Figura 4.10.

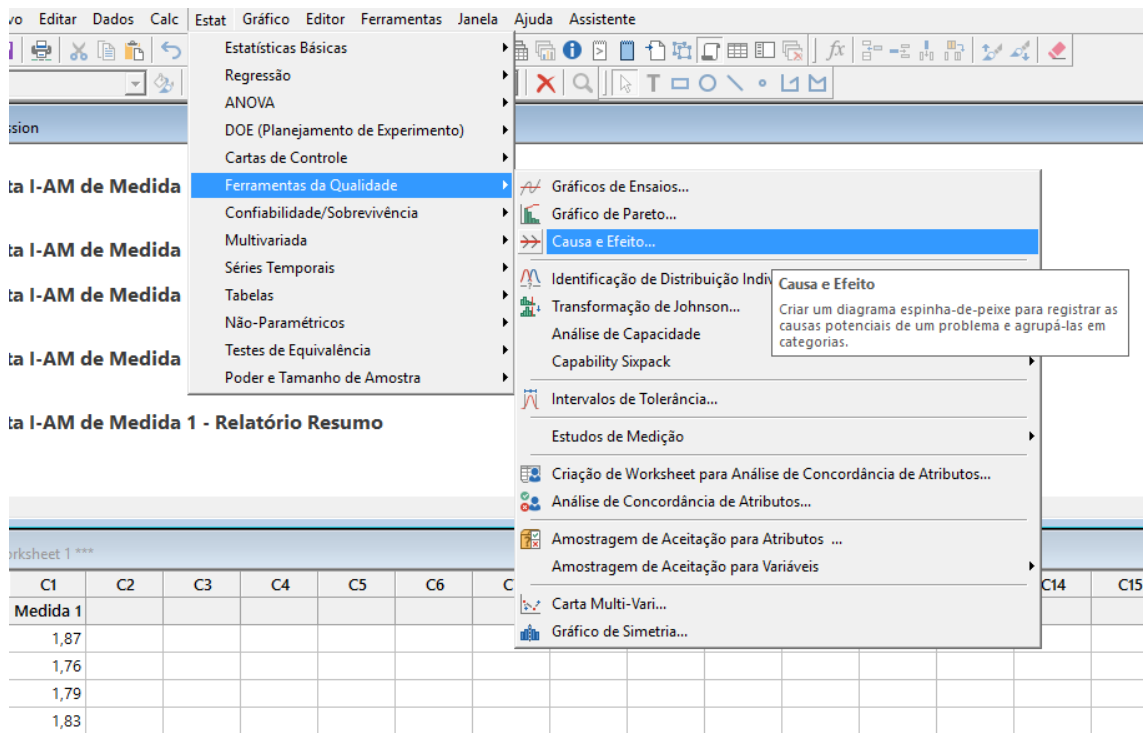


Figura 4.10 – Minitab – Criando o diagrama de Ishikawa.

Após selecionar a opção “Causa e efeito...”, uma nova janela será exibida para a inserção dos dados para o diagrama, conforme mostrado na Figura 4.11.

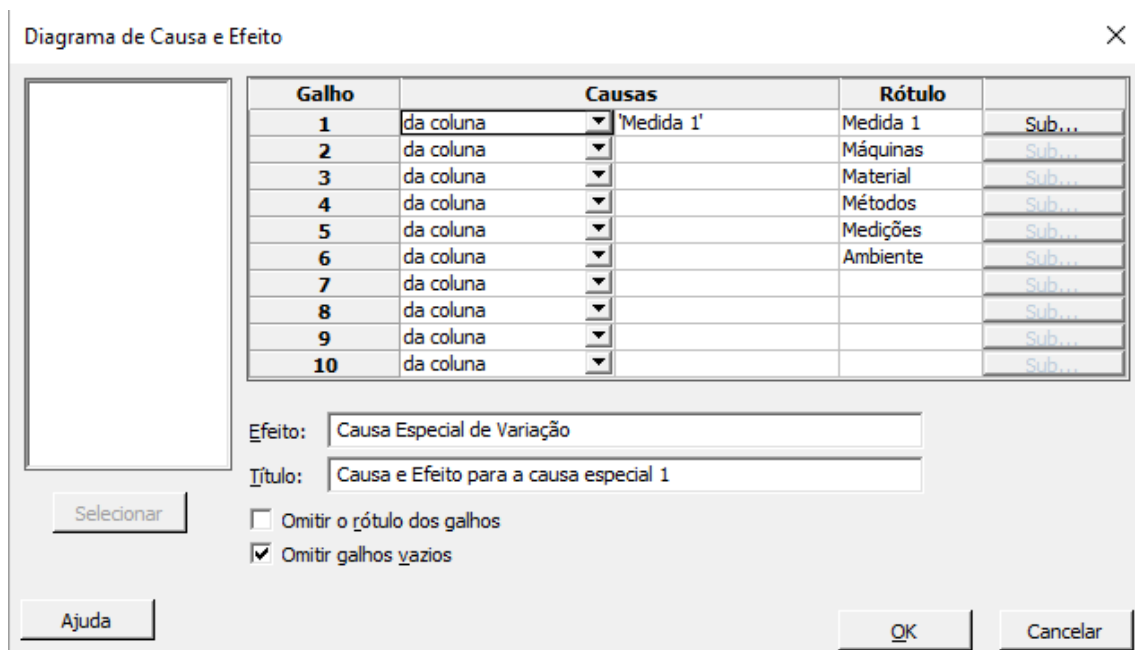


Figura 4.11 – Minitab – Dados para o diagrama de Ishikawa.

Nesta tela pode-se adicionar os “galhos” do diagrama a partir das medidas coletadas, quando selecionada a opção “da coluna” e escolhendo a medida desejada, e também colocando o nome da medida no “Rótulo”. Após selecionada a medida, deve-se clicar na opção “Sub...”, onde uma nova janela semelhante a essa será exibida, porém

agora os dados a serem inseridos referem-se aos dados coletados para a medida selecionada, conforme mostra a Figura 4.12.

Subgalho	Causas	Rótulo
1	Em Constantes	Motivo que ocasionou o v
2	da coluna	
3	da coluna	
4	da coluna	
5	Em Constantes	Motivo que ocasionou o v
6	da coluna	

Figura 4.12 – Minitab – Dados para o diagrama de Ishikawa, segunda janela.

Nesta nova janela é possível ver na coluna “Rótulo” os dados que foram coletados e inseridos para a Medida 1. Pode-se agora selecionar na coluna “Causas” a opção “Em Constantes”, e então inserir o motivo que levou àquele dado coletado a ficar fora dos limites de controle, conforme mostra a Figura 4.13.

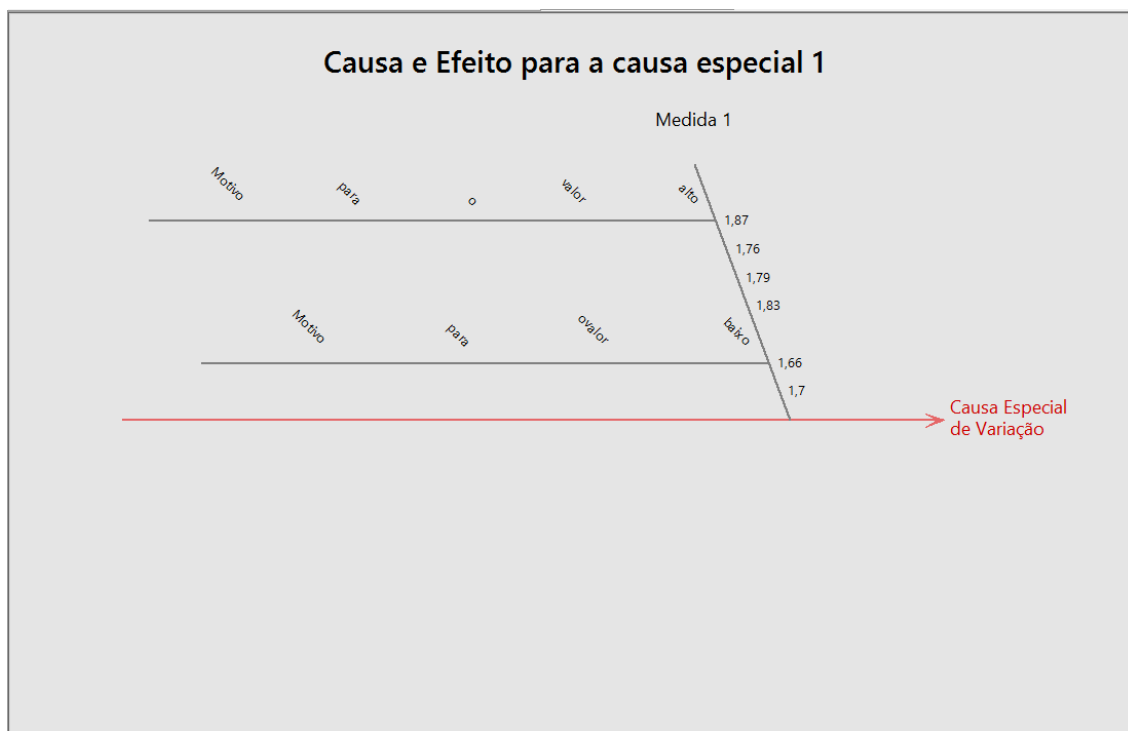


Figura 4.13 – Minitab – Diagrama de Ishikawa para as causas das variações especiais.

Este gráfico deve ser, assim como os outros gráficos criados, inserido no relatório do projeto da mesma forma como no item (viii) do AP 4.1.

Ferramenta - QI Macros

Para a realização da análise dos dados coletados, deve-se executar o procedimento descrito no item (viii) do AP 4.1. Desta forma, os gráficos de controle serão criados e com eles pode-se identificar variações especiais, ou seja, pontos fora dos limites de controle dos gráficos.

Para cada ponto fora dos limites de controle, é necessário utilizar o diagrama de Ishikawa para identificar os motivos que levaram o dado coletado sair dos limites de controle. O QI Macros permite a criação do diagrama de Ishikawa (“Espinha de peixe” ou “causa e efeito”), que deve ser utilizado para identificar as causas especiais de variação.

Para iniciar o gráfico espinha de peixe, na aba do QI Macros deve-se selecionar a opção “Fishbone” e em seguida selecionar a opção “Fishbone” novamente. A Figura 4.14 mostra a área da aba do QI Macros na qual está localizada a opção “Fishbone”.

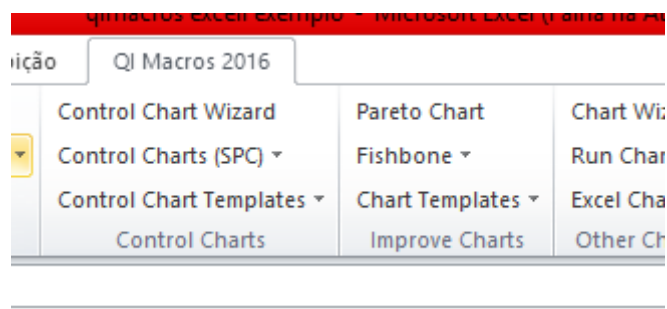


Figura 4.14 – QI Macros – Aba QI Macros e a opção *Fishbone*.

Ao selecionar essas opções, uma nova janela do Excel abrirá com a planilha de informações do gráfico e os gráficos gerados a partir dessas informações, conforme mostra a Figura 4.15.

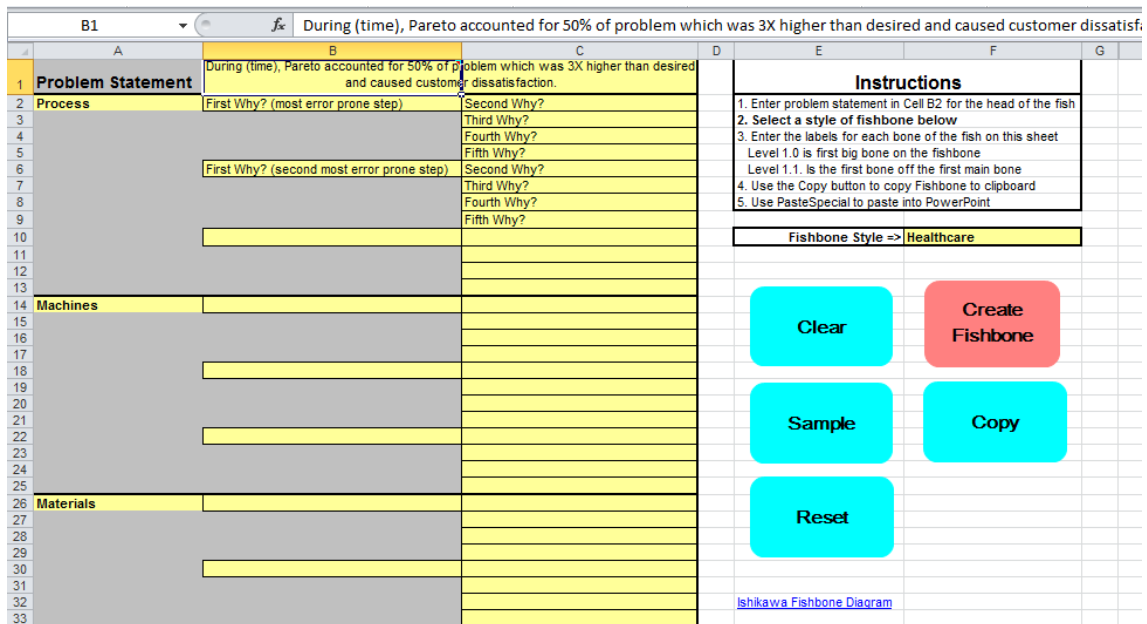


Figura 4.15 – QI Macros – Janela do diagrama de Ishikawa.

Nesta tela da Figura 4.15 é utilizada a coluna B para indicar os pontos fora dos limites de controle, e na coluna C as possíveis causas para estas variações. Na célula B1 deve-se colocar o problema sendo analisado, no caso, a instabilidade do processo devido às variações especiais. A coluna A indica as categorias de causas que podem levar à variação especial.

Após inseridos as variações fora dos limites de controle, as causas para essas variações e o problema sendo analisado, deve-se clicar no botão “*Create Fishbone*” para que o diagrama seja gerado. A Figura 4.16 mostra um exemplo de diagrama de Ishikawa criado pelo QI Macros.

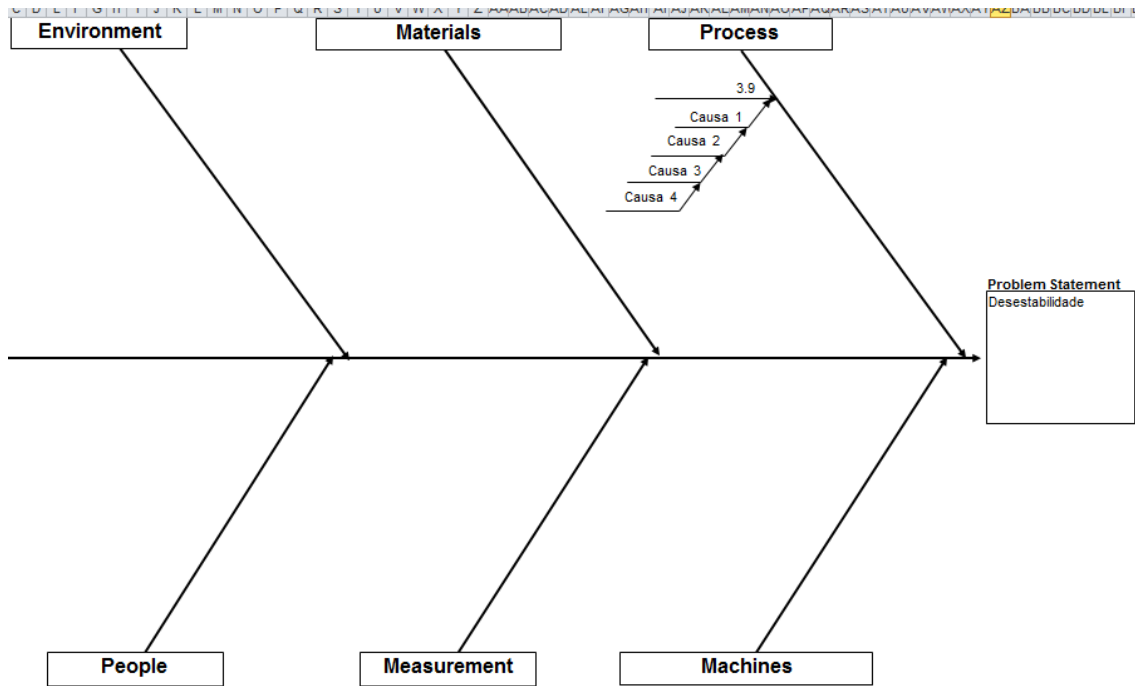


Figura 4.16 – QI Macros – Diagrama de Ishiwaka.

Ferramenta - EPI Data

A análise dos dados coletados em relação às causas especiais de variação é feita de acordo com o item (viii) do AP 4.1. Após a realização do item (viii) do AP 4.1, os gráficos de controle criados devem ser utilizados para identificar variações especiais. Depois de identificadas, deve-se buscar as causas para essas variações, utilizando o diagrama de Ishikawa. Contudo, o EPI Data não possui funcionalidade para a criação deste diagrama, portanto deve-se utilizar a ferramenta XMind para realizar a identificação das causas para as variações especiais.

(iii) O desempenho do processo é caracterizado

Neste item busca-se conhecer o desempenho do processo. Para caracterizar o desempenho do processo é necessário definir valores fixos para os limites de controle que serão utilizados nos gráficos de controle a partir da análise dos dados já coletados. Dessa forma, as próximas análises dos dados coletados terão como base estes novos limites de controle, ao invés dos calculados automaticamente pelas ferramentas.

É importante esclarecer que inicialmente os limites de controle são calculados automaticamente a partir dos dados coletados, porém agora estes limites devem ser definidos a partir da análise do comportamento do processo.

Ferramenta - SPC Explorer

No item (vii) do AP 4.1 é descrito o procedimento de adição das características ao processo. Seguindo este mesmo procedimento, ao adicionar ou editar uma característica, uma nova janela para definições da característica é exibida. Nesta janela, na aba “Regions”, deve-se atribuir valores fixos para os limites de controle, para isso deve-se marcar a opção “Control Limits Fixed (Normal Curve Fit Only)” e definir os valores nos campos UCL e LCL, ou seja, limites de controle superior e inferior, respectivamente. A Figura 4.17 mostra a tela de definição da característica com a aba “Regions” selecionada.

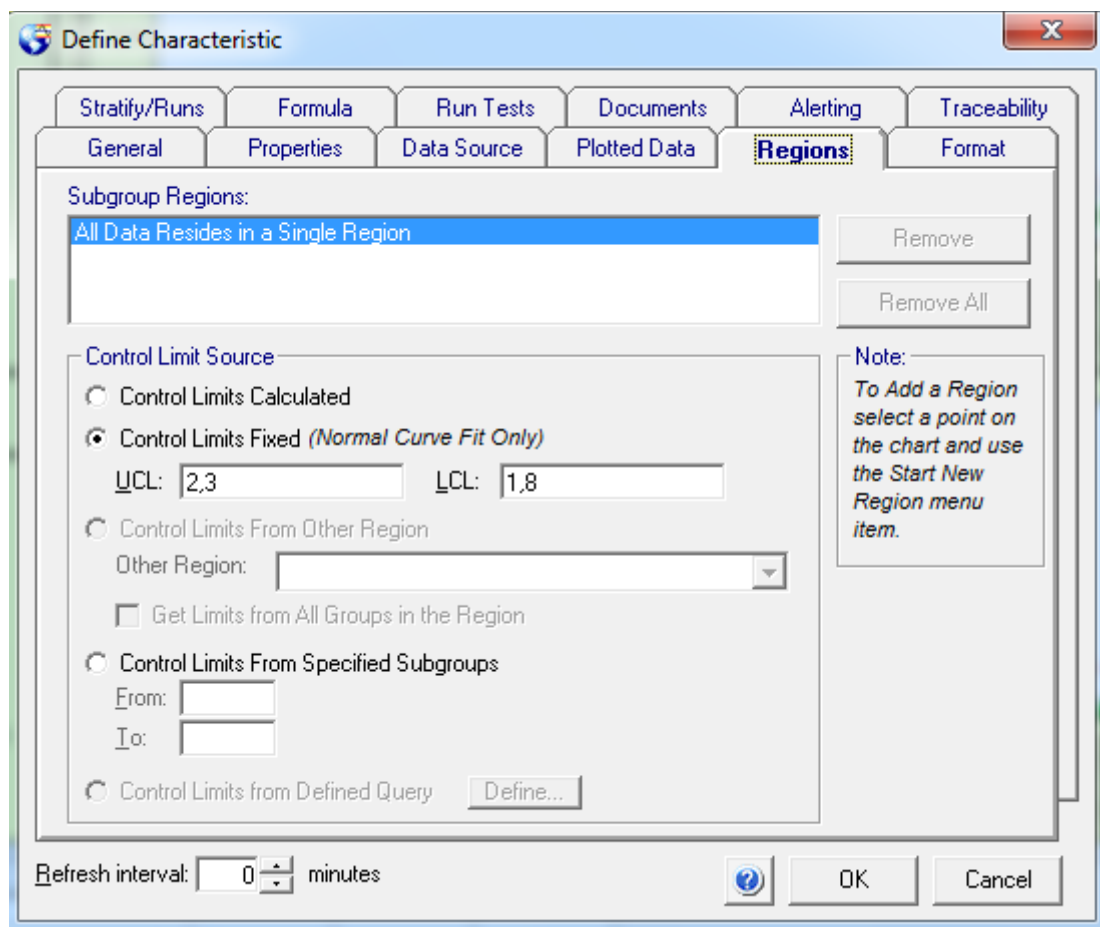


Figura 4.17 – SPC Explorer – Definir característica, “aba Regions”.

Depois de definidos os limites, os próximos gráficos construídos irão utilizá-los ao invés de calcular os limites automaticamente a partir dos dados coletados.

Ferramenta - Minitab

Seguindo os passos do item (viii) do AP 4.1, após selecionar o gráfico a ser usado na janela de escolha da coluna para qual o gráfico será criado, pode-se escolher entre

“calcular os limites de controle a partir dos dados” ou “usar valores conhecidos”. Deve-se escolher a opção “usar valores conhecidos” e inserir os limites de controle que caracterizam o processo na tabela de limites. No exemplo mostrado na Figura 4.18, é utilizado o gráfico de controle I-AM onde a tabela de limites requer a linha central do gráfico e os limites superior e inferior.

Carta I-AM

Dados do processo

Coluna de dados: 'Medida 1'

Limites de controle e linha central

Como você irá determinar os limites de controle e a linha central?

Usar valores conhecidos

Valores conhecidos:

Gráfico	Limite inferior	Linha central	Limite superior
I			
AM			

Estes valores conhecidos são baseados em dados transformados por Box-Cox?

Não

Sim

Qual valor de λ foi usado para transformar os dados?

Selecionar OK Cancelar

Figura 4.18 – Minitab – Definindo limites de controle.

Após definidos os limites de controle, ao confirmar a criação do gráfico, o mesmo será baseado nos limites agora definidos.

Ferramenta - QI Macros

Ao criar um gráfico no QI Macros, conforme o item (viii) do AP 4.1, uma nova planilha é criada contendo o gráfico e os dados utilizados para a criação do gráfico. Dentre os dados mostrados na planilha existem duas colunas que representam os limites de controle superior e inferior, identificadas por “UCL” e “LCL”, respectivamente. A Figura 4.19 mostra a área da planilha que contém estas colunas.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Data1	UCL	+2 Sigma	+1 Sigma	Average	-1 Sigma	-2 Sigma	LCL	L
3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,4	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,7	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,8	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
4,0	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,5	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
3,6	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	
	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	

Figura 4.19 – QI Macros – Dados da planilha de gráfico e limites de controle.

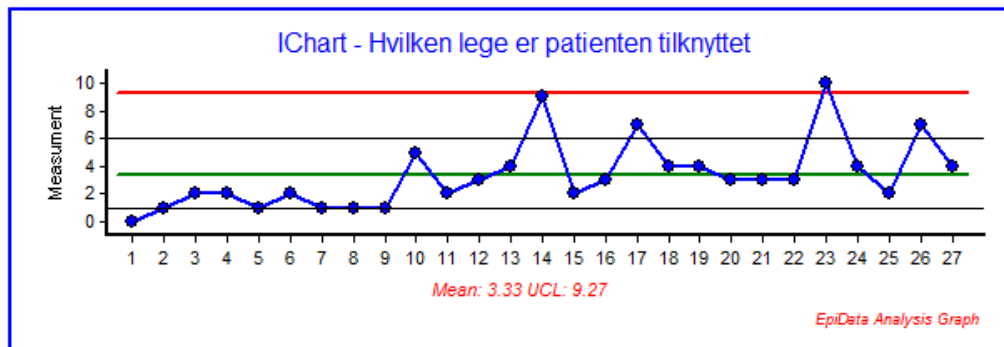
Na Figura 4.19 é possível ver que o limite superior (UCL) tem valor 4,1 e o inferior (LCL) 3,2. Estes limites são calculados automaticamente ao gerar o gráfico. Portanto, para caracterizar o desempenho do processo deve-se definir os valores das colunas UCL e LCL para os limites de controle que representam o desempenho do processo.

Ferramenta - EPI Data

Neste item, ao criar os gráficos de controle, deve-se utilizar os limites de controle definidos a partir das análises dos dados coletados, para definir limites que representem o desempenho do processo.

Para adicionar limites de controle nos gráficos é necessário utilizar comandos via linhas de comando para a criação dos gráficos. Este recurso é localizado na parte inferior da ferramenta, como indica a Figura 4.20.

Period: Mean: UCL:
1 - 27 3.33 9.27



IChart lege /yline=1 /yline=6

Figura 4.20 – EPI Data – Adicionando limites de controle no gráfico.

Pode-se ver na Figura 4.20 que o comando “IChart lege /yline=1 /yline=6” foi utilizado. Este comando indica que o gráfico de controle do tipo “I Chart” será criado a partir da medida “lege” e duas linhas serão criadas para os valores 1 e 6. Estas linhas podem ser vistas na Figura 4.20 e estão desenhadas em preto.

Os comandos para a criação dos gráficos devem seguir este modelo:

- [Nome do Gráfico] [Medida a ser utilizada] /yline=[primeiro limite de controle] /yline=[segundo limite de controle].

Onde o nome do gráfico pode ser: pareto, ichart, pchart, xbar, uchart, Cchart ou Gchart. Dessa forma pode-se criar os gráficos com os limites de controle que se deseja.

(iv) Ações corretivas foram executadas para tratar causas especiais de variação

Neste item é requerido que ações corretivas para tratar as causas especiais de variação sejam tomadas, para que assim essas variações desapareçam ou diminuam, e o processo torne-se mais estável.

Ferramenta - SPC Explorer

As ações corretivas no SPC Explorer são tratadas no momento da entrada de dados quando esta entrada é considerada anormal e faz com que o gráfico de controle saia dos seus limites, onde um alerta é emitido da mesma forma como no item (ii).

Como foi dito no item (ii), quando o alerta é emitido é necessário que seja assinalada uma causa para a variação especial e também uma ação corretiva. Essas ações corretivas são cadastradas da mesma forma que as causas para as variações especiais, utilizando o meu “*Traceability*”. Portanto, deve-se seguir os mesmos passos descritos no item (ii). Estas ações corretivas devem ser tomadas após a análise das causas especiais de variação.

Ferramenta - Minitab

Depois de feita a análise das causas especiais de variação, ações corretivas devem ser tomadas. O Minitab não trata das ações corretivas a serem tomadas, portanto os diagramas de causa e efeito gerados para identificar as causas especiais de variação devem ser exportados e mantidos em ferramentas de *bug tracking*, sendo descritas quais ações corretivas foram tomadas para as causas de variações especiais encontradas.

Ferramenta - QI Macros

O QI Macros disponibiliza uma tabela de plano de ação, a qual pode ser usada para determinar as ações corretivas ou preventivas a serem realizadas. No menu do QI Macros, no botão “*Fishbone*” existe a opção “*Action Plan*”. Após selecionada esta opção, uma nova janela é exibida, a qual possui uma tabela com os seguintes campos:

- “*Type*”: onde se insere as variações especiais de acordo com o tipo analisado no diagrama de causa e efeito;
- “*What*”: onde se descreve a ação a ser realizada;
- “*How*”: onde se descreve como a ação deve ser feita;
- “*Who*”: onde deve ser indicado o responsável por realizar a ação;
- “*When*”: onde deve ser indicada a data para a ação ser realizada;
- “*Where*”: onde se descreve onde irá ser realizada a ação;
- “*Why*”: onde deve ser descrito o porquê de realizar tal ação.

A seguir, na Figura 4.21 está a tabela de plano de ação gerada pela ferramenta QI Macros.

	A	B	C	D	E	F	G
1				Action Plan			
2	Type	What	How	Who	When	Where	Why
3	Strategy						
4							
5							
6							
7	People						
8	Organization						
9							
10							
11	Process						
12	3.9	O que deve ser realizado	Como deve ser realizado	Quem deve realizar	Quando deve ser realizado	Quando deve ser realizado	Porquê de ser realizado
13							
14							
15	Technology						
16							
17							
18							
19							
20							

Figura 4.21 – QI Macros – Tabela de ações a serem tomadas.

Ferramenta - EPI Data

O EPI Data não apresenta funcionalidades para o registro das ações corretivas que devem ser tomadas para tratar as causas especiais de variação. Portanto, deve-se exportar os diagramas de causa e efeito criados para analisar as causas das variações especiais e anotar quais ações corretivas foram tomadas para tratar essas causas e então manter estes documentos em ferramentas de *bug tracking*.

(v) Se necessário, análises adicionais são realizadas para avaliar o processo sob o efeito de causas especiais de variação

Após serem feitas as análises e o processo tenha se tornado estável, deve-se realizar novas análises para confirmar a estabilidade. Portanto, deve-se repetir os itens (ii), (iii) e (iv) deste Atributo de Processo.

Inicialmente a quantidade de dados coletados não é suficiente para determinar com precisão o comportamento do processo, portanto deve-se repetir a análise quando for obtida uma quantidade significativa de dados, executando os itens (ii), (iii) e (iv) deste AP.

(vi) Modelos de desempenho do processo são estabelecidos, melhorados e ajustados em função do conhecimento adquirido com o aumento de dados históricos, compreensão das características do processo ou mudanças no próprio negócio da organização

Neste item, procura-se estabelecer os modelos de desempenho do processo. Os modelos de desempenho do processo são todos os gráficos e documentos utilizados para a análise dos dados coletados, sendo gerados a partir da execução de todos os itens anteriores. Estes modelos de desempenho devem ser utilizados nas análises futuras dos processos, comparando o desempenho antigo com o novo.

Ao aumentar os dados históricos dos processos, mais informação poderá ser obtida para a caracterização do desempenho do processo, portanto, devem ser feitas melhorias e ajustes na caracterização do desempenho do processo, gerando novos modelos de desempenhos cada vez mais precisos e estáveis. Facilitando assim, a previsão do comportamento futuro do processo.

5 CONCLUSÃO

Este capítulo conclui este trabalho apresentando as considerações finais e falando sobre as contribuições, limitações e trabalhos futuros relacionados à este TCC.

5.1 Considerações Finais

A utilização do Controle Estatístico de Processos em organizações de software tem sido impulsionada pela competitividade do mercado, que exige produtos cada vez melhores, em cada vez menos tempo e consumindo o mínimo de recursos possível (ROCHA, SOUZA e BARCELLOS, 2012).

Portanto, é indispensável para organizações desenvolvedoras de software com níveis de maturidade altos realizarem o controle estatístico de seus processos de desenvolvimento. Porém, a aplicação do CEP é difícil e muito custoso, e muitas vezes leva a gastos sem resultados satisfatórios. Por isso, modelos de qualidade como o MR-MPS-SW incluem o CEP em seus guias, para guiar as organizações de software na utilização do controle estatístico, quando as mesmas atingirem níveis mais altos de maturidade. Entretanto, uma grande dificuldade na implementação do CEP em organizações desenvolvedoras de software, de forma que sejam aderentes aos resultados esperados/práticas específicas de modelos de qualidade como o MR-MPS-SW e CMMI-DEV, é a falta de ferramentas com funcionalidades voltadas especificamente para processos de desenvolvimento de software e os modelos de qualidade mencionados.

Assim, este trabalho propôs um meio de utilizar as ferramentas disponíveis no mercado de forma a adequar as suas funcionalidades para que atendam aos resultados esperados pelo MR-MPS-SW, assim contribuindo com a implementação do Controle Estatístico de Processos em organizações desenvolvedoras de software.

5.2 Contribuições

Como contribuição, este trabalho disponibiliza um guia de práticas para a utilização das ferramentas SPC Explorer, QI Macros, Minitab e EPI Data para a realização do Controle Estatístico de Processos de acordo com as recomendações do MR-MPS-SW nos níveis mais altos de maturidade (A e B).

Este guia pode ser utilizado por organizações que desejam chegar aos níveis A e B de maturidade do MR-MPS-SW, onde é necessário que sejam completados os Atributos de Processos 4.1 e 4.2, de forma que os resultados esperados sejam alcançados com o auxílio das ferramentas trabalhadas neste TCC.

5.3 Limitações

No decorrer do desenvolvimento deste TCC, foram encontradas algumas limitações que devem ser destacadas:

- A grande maioria das ferramentas de software construídas para realizar o Controle Estatístico de Processos são ferramentas pagas e apenas permitem versões “*trial*” (versões para teste), que possuem limitações de tempo e/ou funcionalidades. Com exceção da ferramenta EPI Data, todas as outras ferramentas encontradas são pagas;
- Durante o desenvolvimento deste trabalho, novas versões dos guias MR-MPS-SW (versão de 2016) foram lançadas, portanto, houve retrabalho para realizar as alterações necessárias;
- Não foi possível realizar a prática efetiva deste guia a partir da utilização do mesmo por uma empresa/organização;
- As ferramentas para o CEP não são específicas para a realização do mesmo em processos de software e seguindo modelos de qualidade. Portanto, muitas práticas esperadas pelo MR-MPS-SW não são atendidas de forma específica e adequada pelas ferramentas.

5.4 Trabalhos Futuros

Devido à falta de ferramentas específicas para o CEP em processos de software, que atendam às práticas esperadas por modelos de qualidade como o MR-MPS-SW, o desenvolvimento de uma ferramenta de software livre que seja capaz de atender às necessidades do MR-MPS-SW e/ou CMMI-DEV de forma adequada e completa, pode ser considerado um ponto de continuidade para este trabalho.

Pode-se ponderar também a ampliação do guia proposto por este trabalho para atender aos requisitos do modelo de qualidade CMMI-DEV.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000:2000 – Sistemas de gestão da qualidade e garantia da qualidade – Fundamentos e Vocabulário. Rio de Janeiro, 2001.

BARCELLOS, M. P. Uma Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.

EpiData Association. EpiData Entry. Disponível em: <http://www.epidata.dk/>. Acessado em 2016a.

EpiData Association. EpiData Manager. Disponível em: <http://www.epidata.dk/>. Acessado em 2016b.

EpiData Association. EpiData Analysis. Disponível em: <http://www.epidata.dk/>. Acessado em 2016c.

FLORAC, W. A.; PARK, R. E.; CARLETON, A. D. Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement. Software Engineering Institute, Pittsburgh, 1997.

ISO/IEC. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 12207 – Systems and Software Engineering – Software Cycle Process. The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. 2008.

ISO/IEC. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 15504 – Software Engineering – Process Assessment. The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. 2003.

ISO/IEC. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 33001:2015 Information Technology – Process Assessment – Concepts and Terminology. 2015.

Quality America Inc. SPC-PC IV Explorer. Disponível em: <http://qualityamerica.com/spc-software/enterprise-solutions/spc-pc-iv-explorer/Overview/>. Acessado em 2016.

Minitab Inc. Minitab 17. Disponível em: <http://www.minitab.com/pt-br/products/minitab/>. Acessado em 2016.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. Série Monográfica Qualidade Controle Estatístico do Processo. FEENG/UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2012.

ROCHA, A. R. C.; SOUZA, G. S.; BARCELLOS, M. P. Medição de Software e Controle Estatístico de Processos. Brasília, 2012.

SEI – SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. CMMI-DEV – Capability Maturity Model Integration for Development, version 1.3. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2010.

SOFTEX – ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia Geral. Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2016.pdf. Acessado em 2016a.

SOFTEX – ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Implementação – Parte 6: Fundamentação para Implementação do Nível B do MR-MPS-SW:2016. Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2016/04/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_6_2016-8-maio-16.pdf?x15632. Acessado em 2016b.

SOFTEX – ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Implementação – Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS-SW:2016. Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2016/04/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_1_2016.pdf?x15632. Acessado em 2016c.

SOFTEX – ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. MR-MPS-SW – Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Implementação – Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível F do MR-MPS-SW:2016. Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2016/04/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_2016.pdf?x15632. Acessado em 2016d.