



**Instrumento para Avaliação de Repositório de
Medição Considerando a Adequação ao
Controle Estatístico de Processos de Software**

(Versão 2.0)

2015

Monalessa Perini Barcellos

monalessa@inf.ufes.br/monalessa@gmail.com

Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias (NEMO)

Departamento de Informática - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 3 |
| 2. Medição de Software e Controle Estatístico de Processos..... | 3 |
| 2.1 Gráficos de Controle..... | 5 |
| 2.2 Controle Estatístico na Melhoria de Processos de Software..... | 7 |
| 3. Conceitos | 11 |
| 4. O IARM | 17 |
| 4.1 <i>Checklist</i> para Avaliação do Plano de Medição | 20 |
| 4.2 <i>Checklist</i> para Avaliação da Estrutura do Repositório de Medição | 22 |
| 4.3 <i>Checklist</i> para Avaliação das Medidas | 23 |
| 4.4 <i>Checklist</i> para Avaliação dos Dados Coletados..... | 24 |
| 4.5 Grau de Adequação do Repositório de Medição | 25 |
| 4.6 Diagnóstico de Avaliação..... | 26 |
| 5. Processo de Utilização do IARM..... | 27 |
| Referências..... | 31 |

Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando a adequação ao Controle Estatístico de Processos de Software

1. Introdução

Este documento apresenta o Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando a adequação ao Controle Estatístico de Processos (IARM) e fornece orientações para sua aplicação. O IARM possui um conjunto de requisitos para avaliar repositórios de medição e determinar sua adequação ao controle estatístico de processos. Além disso, o IARM sugere um conjunto de ações para a adequação do repositório de medição, quando apropriado.

Visando auxiliar no entendimento e aplicação do IARM, é apresentada uma breve fundamentação teórica sobre medição de software e controle estatístico de processos, bem como alguns conceitos relacionados à medição de software.

2. Medição de Software e Controle Estatístico de Processos

Definir um programa de medição adequado e executá-lo apropriadamente provê às organizações de software informações necessárias para predizer o desempenho e a capacidade de seus processos, garantir a qualidade de seus produtos e melhorar seus processos contínua e eficientemente. No entanto, comumente, organizações apresentam dificuldades para realizar medição e implementam programas de medição precários ou não alinhados aos seus objetivos de negócio. Como consequência, a melhoria dos processos torna-se deficiente, uma vez que, para realizar um programa de melhoria de processos com sucesso, é fundamental realizar a medição adequadamente (Wang e Li, 2005).

Modelos de apoio à melhoria de processos de software, como, por exemplo, o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (SEI, 2010) e o MR MPS-SW (Modelo de Referência para a Melhoria do Processo de Software Brasileiro) (SOFTEX, 2012), propõem a melhoria dos processos em níveis. Nesses modelos, a medição de software é requerida desde os níveis iniciais (nível F do MR MPS-SW e 2 do CMMI), nos quais é esperado que medidas sejam definidas, dados sejam coletados, armazenados em um repositório de medição e analisados a fim de atender às necessidades de informação e apoiar a tomada de decisão. Nos níveis mais elevados (níveis B e A do MR MPS-SW e 4 e 5 do CMMI), conhecidos como alta maturidade, o controle estatístico de processos é requerido como uma evolução da medição de software iniciada nos níveis anteriores. À medida que o nível de maturidade dos processos aumenta, novas necessidades de informação são identificadas e a medição deve atendê-las. Dessa forma, o processo de

medição e seus resultados orientam a evolução nos níveis de maturidade (Dumke *et al.*, 2004).

Nos níveis iniciais de maturidade, a medição consiste, basicamente, na coleta de valores praticados nos projetos e comparação com os valores planejados. Na alta maturidade, a medição evolui e passa a incluir controle estatístico dos processos, visando conhecer seu comportamento, determinar seu desempenho em execuções anteriores e prever seu desempenho em execuções futuras, verificando se são aptos a alcançarem os objetivos estabelecidos (Florac e Carleton, 1999; SEI, 2010).

O controle estatístico de processos utiliza um conjunto de técnicas estatísticas para determinar se um processo está sob controle, sob o ponto de vista estatístico. Um processo sob controle é um processo estável, ou seja, suas variações estão dentro dos limites esperados, calculados a partir de dados históricos coletados para medidas. Sendo um processo estável, um processo sob controle estatístico tem comportamento repetível. Dessa forma, é possível prever seu desempenho em execuções futuras e, assim, preparar planos realísticos e melhorar o processo continuamente. Por outro lado, um processo cujo comportamento varia além dos limites esperados é um processo instável e as causas das variações devem ser investigadas e tratadas por meio de ações de melhoria visando à estabilização. Uma vez que os processos sejam estáveis, é possível identificar se são capazes de alcançar os objetivos estabelecidos ou se falham nesse sentido. Para os processos que não são capazes de alcançar os objetivos, devem ser definidas ações para modificá-los, a fim de torná-los capazes. Por outro lado, processos capazes podem ser melhorados continuamente para atender novos objetivos estabelecidos (Florac e Carleton, 1999).

O crescente interesse por parte de organizações de software em alcançar a alta maturidade tem motivado a utilização do controle estatístico em processos de software. O controle estatístico foi originalmente proposto para apoiar programas de melhoria de processos na área da manufatura. Apesar de não ser novidade para a indústria em geral, seu uso em organizações de software é considerado recente (Card *et al.*, 2008). Relatos da utilização do controle estatístico de processos em organizações de software têm revelado um cenário caracterizado por problemas e situações que afetam o sucesso de sua implementação (Takara *et al.*, 2007; Tarhan e Demirors, 2012; Barcellos *et al.*, 2013). A definição de medidas e coleta de dados não apropriados são alguns dos principais problemas (Kitchenham *et al.*, 2007; Takara *et al.*, 2007; Barcellos *et al.*, 2013), uma vez que retardam o início do controle estatístico propriamente dito até que se obtenham medidas e dados que possam ser utilizados adequadamente nesse contexto.

Embora modelos como o CMMI (SEI, 2010) e o MR MPS-SW (SOFTEX, 2012) determinem o que é necessário para alcançar um determinado nível, ainda há carência de orientações que auxiliem as organizações a se prepararem, desde os níveis iniciais, para alcançarem a alta maturidade. Como consequência, frequentemente, alguns

aspectos relacionados à medição e necessários para a implementação do controle estatístico de processos (por exemplo: completude e clareza das definições operacionais das medidas, consistência das medições realizadas, volume de dados coletados etc.) só são percebidos quando se inicia a implementação das práticas da alta maturidade.

Assim, antes de iniciar as práticas do controle estatístico de processos, é necessário avaliar se as medidas definidas e dados coletados até então pela organização são adequados para tal. O IARM (Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição) descrito neste documento foi proposto com o objetivo de auxiliar as organizações a avaliarem o que está e o que não está adequado para o controle estatístico de processos em seu repositório de medição, bem como a fazerem os ajustes necessários visando à adequação ao controle estatístico de processos.

2.1 Gráficos de Controle

Os gráficos de controle são essenciais ao controle estatístico de processos, pois são capazes de medir a variação dos processos e avaliar sua estabilidade. Associam métodos de controle estatístico e representação gráfica para quantificar o comportamento de processos auxiliando a detectar os *sinais* de variação no comportamento dos processos e a diferenciá-los dos *ruídos*. Os ruídos dizem respeito às variações que são aceitáveis e são intrínsecas aos processos (causas comuns). Já os sinais indicam variações que precisam ser analisadas em busca de uma melhoria dos processos (causas especiais) (Florac e Carleton, 1999).

Existem diversos tipos de gráficos de controle e cada um deles é melhor aplicável a determinadas situações. A maneira como os dados serão plotados, se serão agrupados e como os limites de controle serão calculados são definidos pelo tipo de gráfico que será utilizado. O *layout* básico de um gráfico de controle é ilustrado na Figura 1. Tanto a linha central quanto os limites superior e inferior representam estimativas que são calculadas a partir de um conjunto de dados históricos coletados para a medida. Os limites superior e inferior ficam a uma distância de três desvios padrão em relação à linha central. A linha central e os limites não podem ser arbitrários, uma vez que são eles que refletem o comportamento do processo. Seus valores são obtidos aplicando-se as expressões e constantes definidas pelo tipo de gráfico de controle a ser utilizado (Wheeler e Chambers, 1992).

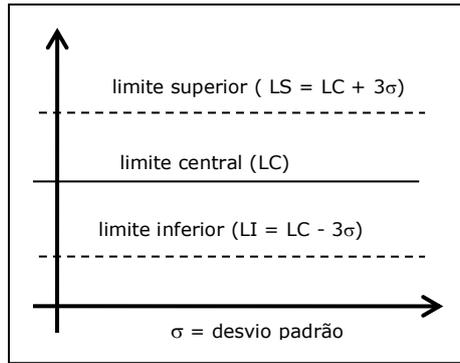


Figura 1 – Layout básico de um gráfico de controle.

A Figura 2 ilustra um exemplo de aplicação de um gráfico de controle para representar as medidas coletadas em um processo estável, ou seja, onde não há causas especiais. O gráfico representa a média diária de horas dedicadas a atividades de suporte por semana em uma determinada organização. Os limites de controle e a linha central são indicados por suas siglas em inglês (UCL = *Upper Control Limit*; CL = *Central Line*; LCL = *Lower Control Limit*). Quando um processo é estável, seus limites de controle descrevem a *baseline de desempenho do processo*.

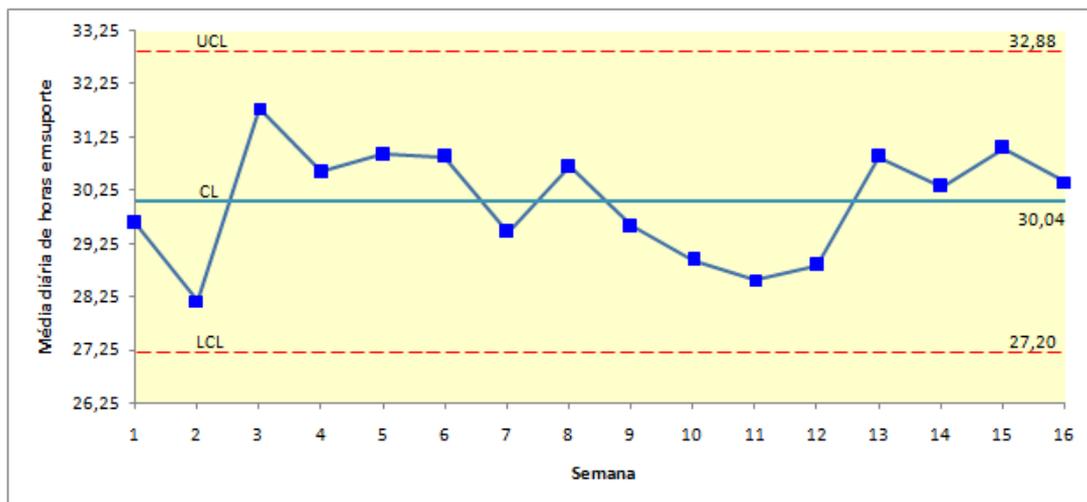


Figura 2 – Processo estável.

Na Figura 3 é apresentado um gráfico que ilustra um processo cujo comportamento extrapolou os limites de variação aceitáveis, sendo identificados pontos cujas causas de variação (causas especiais) devem ser investigadas. O gráfico representa o número de problemas relatados pelos clientes diariamente à área de suporte de uma organização que não foram resolvidos.

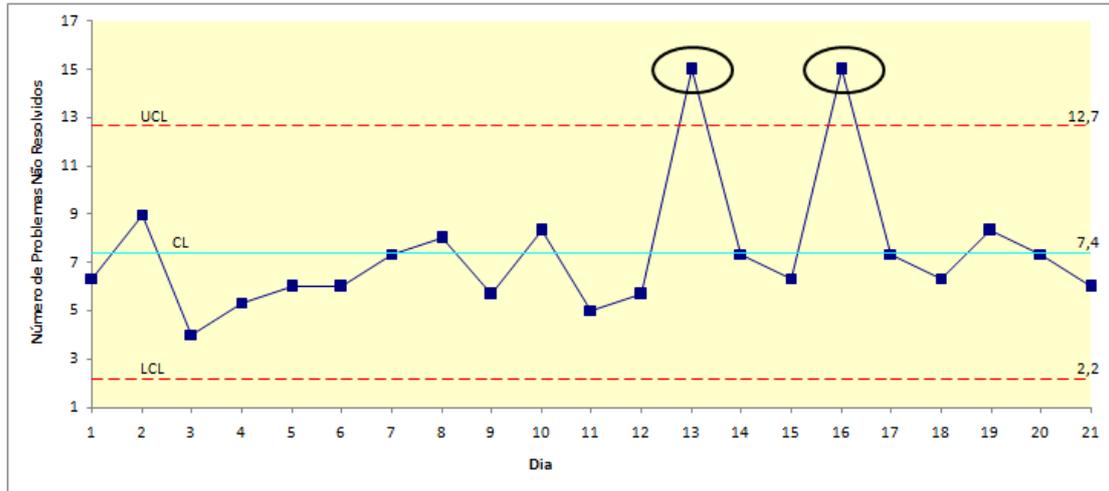


Figura 3 – Processo com causas especiais explícitas.

Na Figura 3, os pontos que caracterizam a instabilidade do processo estão bem visíveis, acima do limite superior de variação permitido. Porém, os pontos de instabilidade, ou seja, aqueles gerados por causas especiais, nem sempre aparecem fora dos limites, existindo outros sinais que revelam a instabilidade de um processo, como, por exemplo, uma distribuição não aleatória dos pontos. A presença de padrões na distribuição dos pontos, como, por exemplo, a repetição de ciclos, tendências de crescimento ou decrescimento, mudanças bruscas e agrupamentos, pode ser sinal de que o processo está se comportando de maneira irregular, embora não possua pontos fora dos limites de controle (Florac e Carleton, 1999).

2.2 Controle Estatístico na Melhoria de Processos de Software

No contexto da melhoria de processos de software, a realização do controle estatístico de processos pode ser resumida da seguinte forma: dados coletados durante a execução dos processos nos projetos são utilizados para descrever o comportamento dos processos da organização. Dados de diversos projetos que tenham o mesmo perfil, ou seja, que sejam similares entre si, são representados em gráficos de controle para que seja possível analisar o comportamento dos processos. Para os processos estáveis, são estabelecidas *baselines de desempenho*. Os processos instáveis, por sua vez, devem ter as causas de instabilidade analisadas e tratadas para que seu comportamento estabilize. Uma vez que os processos sejam estáveis, verifica-se se são capazes, comparando-se seu desempenho com o desempenho especificado (desejado) para eles. O desempenho de um processo é dado pelos valores dos limites inferior e superior de sua *baseline* e o desempenho especificado é dado por valores que descrevem o limite superior e inferior desejados para o desempenho do processo. Para ser capaz, os limites da *baseline* de desempenho do processo devem ser internos ou iguais aos limites do desempenho especificado. A capacidade de um processo pode ser determinada numericamente, por meio de um índice de capacidade, que é dado pela razão entre as

amplitudes dos limites de especificação e da *baseline*. Uma vez que processos sejam capazes, eles podem ser alterados visando à sua melhoria, ou seja, visando ter um desempenho cada vez melhor.

Para exemplificar o uso do controle estatístico no contexto da melhoria de processos de software, suponha que uma organização esteja recebendo reclamações dos clientes sobre a demora para resolver problemas por eles relatados. Com isso, um de seus objetivos de negócio críticos é *melhorar o suporte aos clientes*. Para monitorar esse objetivo, foi identificada a necessidade de informação *Qual a taxa de problemas reportados pelo cliente e não resolvidos?* e foi selecionado o processo *Manutenção*, responsável pela correção de problemas nos sistemas de informação entregues aos clientes, para ter seu comportamento analisado por meio da medida *taxa de problemas não resolvidos*. Para análise do comportamento foi elaborado o gráfico de controle apresentado na Figura 5, que revelou instabilidade no comportamento do processo.

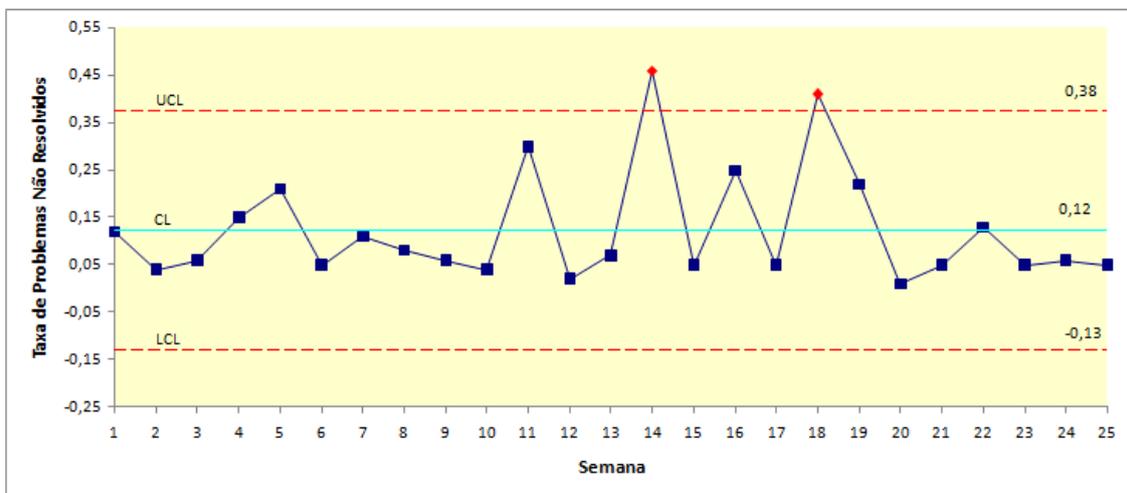


Figura 5 – Processo de manutenção instável.

Como o processo é instável, deve ser conduzida uma investigação das causas dos pontos que se encontram fora dos limites de controle, que indicam o comportamento esperado para o processo. Suponha que essa investigação tenha sido conduzida, tendo sido percebido que nas semanas em que a taxa de problemas não resolvidos extrapolou os limites esperados, ocorreu greve no transporte público levando vários funcionários a faltarem o trabalho.

Considerando que essas causas não são inerentes ao processo, ou seja, não há necessidade de mudar o processo para tratá-las, esses pontos foram excluídos da análise do comportamento do processo. Com isso, como ilustra a Figura 6, o comportamento do processo mostra-se estável.

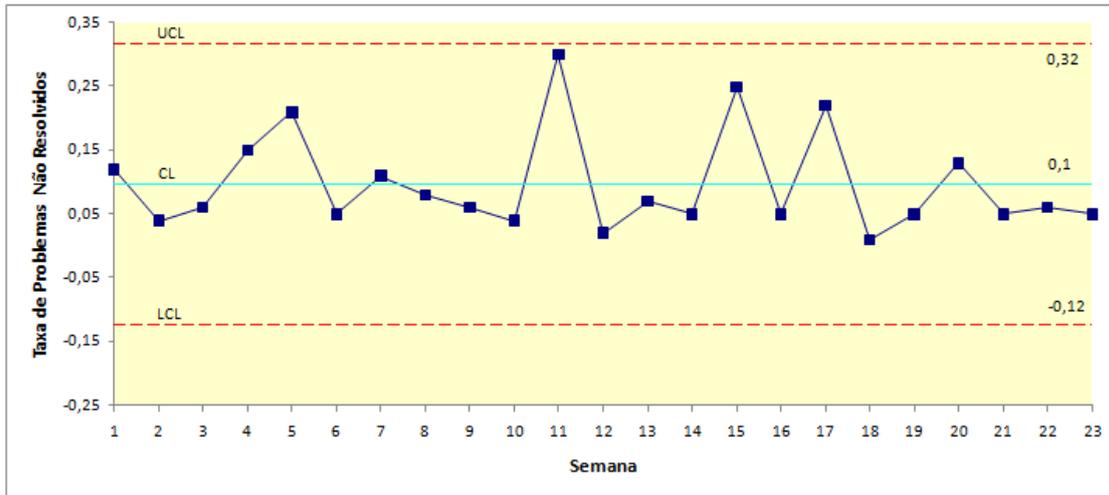


Figura 6 – Processo de manutenção estabilizado.

Uma vez estabilizado, a capacidade do processo deve ser analisada. Suponha que a organização tenha estabelecido que a taxa de problemas não resolvidos não deve ultrapassar 0,25, ou seja, os limites do desempenho especificado para o processo são 0 e 0,25. Nesse caso, como mostra a Figura 7, o processo não é capaz. Na figura, o limite superior especificado para o processo é representado pela linha sólida verde. O limite inferior especificado não foi representado na figura, pois, embora o limite inferior da *baseline* seja menor que zero, não é possível ter um valor menor que zero para a medida taxa de problemas não resolvidos. Dessa forma, considera-se que o limite inferior da *baseline* e o limite inferior especificado são os mesmos e valem zero.

Na figura, a incapacidade de o comportamento do processo atender o limite especificado é bem visível, uma vez que o limite de controle superior da *baseline* é maior que a meta estabelecida.

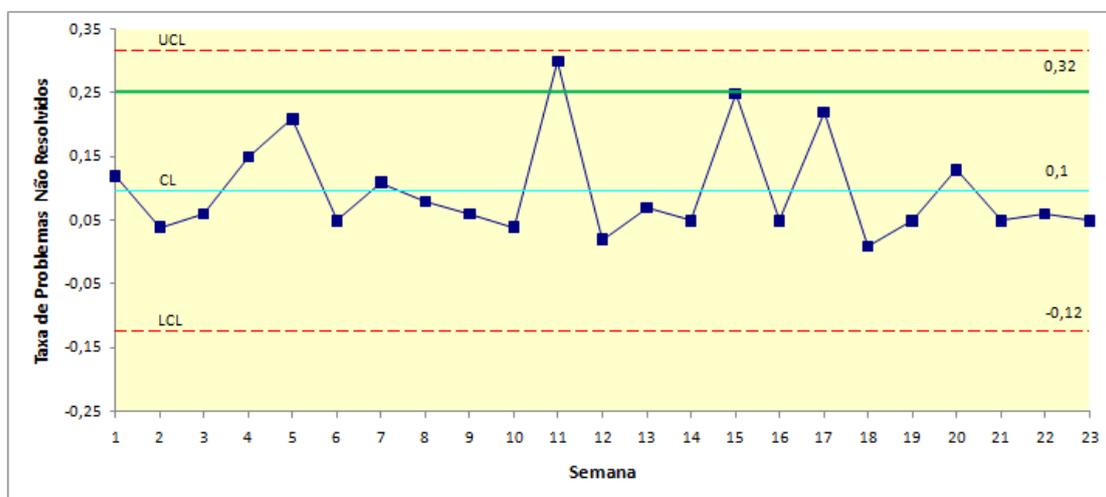


Figura 7 – Processo de manutenção não capaz.

Buscando tornar o processo capaz, a organização analisou a definição atual do processo e decidiu realizar algumas alterações para minimizar o tempo de análise da

prioridade de um problema e melhorar a distribuição dos problemas entre a equipe de execução das manutenções. Após essa alteração, o processo entrou em execução e foram coletados novos dados para a taxa de problemas não resolvidos. A análise do comportamento da nova definição do processo mostrou que ele tornou-se capaz, como mostra a Figura 8 (o limite superior da *baseline* é está dentro da meta).

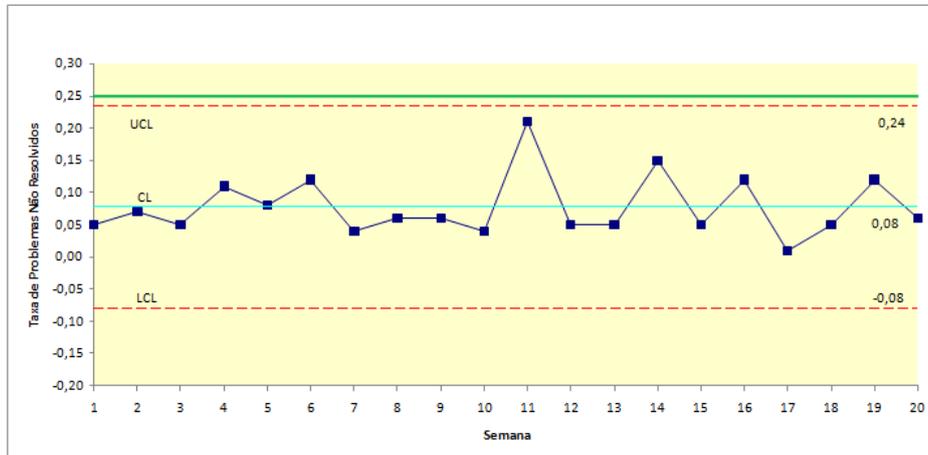


Figura 8 – Processo de manutenção capaz.

Suponha, agora, que a organização, em uma ação de melhoria de um processo capaz, tenha decidido diminuir ainda mais o valor máximo para a taxa de problemas não resolvidos, tendo estabelecido que ela não deva ultrapassar 0,20. Essa decisão levou a mais uma alteração no processo, que passou a adotar alguns princípios do desenvolvimento ágil nas manutenções maiores. O processo entrou em execução e teve dados de sua execução coletados. Como resultado, a análise do comportamento do processo mostrou que ele manteve-se estável e capaz e com melhor desempenho (limites mais estreitos), como mostra a Figura 9.

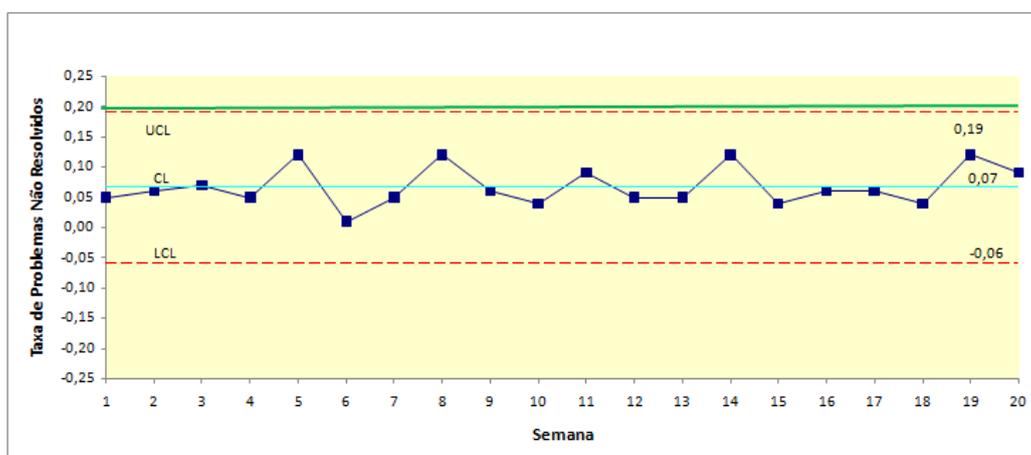


Figura 9 – Processo de manutenção após melhoria contínua: estável, capaz e com melhor desempenho (limites mais estreitos).

Observação: Nesta seção foram apresentados alguns aspectos relacionados à medição de software e controle estatístico de processos com o intuito de dar uma visão geral do tema e destacar os pontos principais para um melhor entendimento do IARM. O conteúdo apresentado é bem limitado. Para um aprofundamento no tema, sugere-se a leitura do livro “Medição de Software e Controle Estatístico de Processos” (Rocha *et al.*, 2012), o qual foi usado como base para parte do conteúdo apresentado.

3. Conceitos

Nesta seção são apresentados conceitos relacionados à medição de software e controle estatístico de processos que são necessários para o devido entendimento e aplicação do IARM. Os conceitos apresentados foram definidos na Ontologia de Referência para Medição de Software (Barcellos, 2009; Barcellos *et al.*, 2013), que provê a conceituação do domínio medição de software considerando tanto aspectos da medição tradicional quanto em alta maturidade.

- **Tipo de Entidade Mensurável:** tipo de entidade que pode ser medida. Por exemplo: *Processo, Projeto, Artefato, Software* etc.
- **Entidade Mensurável:** entidade que pode ser medida. Exemplos: o *Processo de Gerência de Requisitos*, o *projeto X*, *uma dada porção de código* etc.
- **Elemento Mensurável:** propriedades que podem ser medidas nas entidades de um determinado tipo. Exemplo: *custo* e *duração* são propriedades que podem ser medidas em entidades do tipo *Projeto*.
- **Medida:** é usada para quantificar (medir) uma propriedade (elemento mensurável) de um tipo de entidade mensurável. Por exemplo, a medida *número de pontos de função* pode ser usada para medir o *tamanho* de entidades do tipo *Software*.
- **Medida Base:** medida que é funcionalmente independente de outras (não depende de outras para existir). Exemplos: *número de defeitos detectados*, *número de linhas de código fonte* etc.
- **Medida Derivada:** medida funcionalmente dependente de outras (é composta por outras medidas). Exemplo: *densidade de defeitos*, dada pela razão entre o *número de defeitos detectados* e o *número de linhas de código fonte*.
- **Unidade de Medida:** unidade na qual uma medida pode ser expressa. Exemplos: *horas, dias, reais, homem/hora* etc.
- **Escala:** conjunto de valores que podem ser atribuídos a uma medida durante uma medição. Por exemplo, a medida *taxa de requisitos alterados*, dada pela razão entre o *número de requisitos alterados* e o *número de requisitos definidos*, tem uma escala formada pelos valores entre 0 e 1, incluindo esses valores.

- **Valor de Escala:** valor que compõe uma escala. Por exemplo, os valores *Muito Alto, Alto, Médio, Baixo, Muito Baixo* podem ser os valores de escala que compõem a escala da medida *grau de satisfação do cliente*.
- **Tipo de Escala:** tipo da escala de uma medida, podendo ser: Ordinal, Intervalar ou Razão. Uma escala do tipo **Ordinal** possui valores que representam uma certa ordem ou *ranking* (por exemplo, a escala da medida *grau de satisfação do cliente*, formada pelos valores *Muito Alto, Alto, Médio, Baixo e Muito Baixo*). Uma escala é do tipo **Intervalar** quando é possível quantificar a distância entre seus valores, mas não é possível fazer comparações entre eles. Além disso, em escalas intervalares o valor zero não representa nulidade. Por exemplo, a medida *temperatura em graus Celsius*, possui escala do tipo Intervalar, pois é possível quantificar a distância entre dois valores (por exemplo, há 25°C entre as temperaturas 25°C e 50°C), mas não é possível estabelecer outras relações entre eles (por exemplo, não é possível dizer que 50°C é duas vezes mais quente que 25°C) e o valor zero não significa nulidade (0°C não significa ausência de temperatura). Uma escala é do tipo **Razão** quando, além de ser possível quantificar a distância entre seus valores, é possível realizar operações matemáticas entre os valores para compará-los e o zero representa nulidade. Por exemplo, a escala da medida *número de defeitos detectados* é do tipo Razão, pois se um software tem 10 defeitos e outro tem 30, é possível dizer que o segundo software tem 20 defeitos a mais que o primeiro ou três vezes o número de defeitos do primeiro e, se o número de defeitos de um software é igual a 0, isso significa a inexistência (nulidade) de defeitos.
- **Definição Operacional de Medida:** especificação que fornece informações sobre a medida, incluindo aspectos relacionados à coleta e análise. Um exemplo de definição operacional de medida é apresentado no final desta seção.
- **Procedimento de Medição:** procedimento que deve ser adotado para coletar e armazenar dados para uma medida. Por exemplo, o procedimento de medição da medida *número de não conformidades na Especificação de Requisitos* poderia ser: *contar o número de não conformidades encontradas durante a verificação da Especificação de Requisitos do projeto e registrá-lo na ferramenta de apoio à medição da organização*.
- **Fórmula de Medição:** fórmula para calcular o valor de uma medida derivada. Por exemplo: $taxa\ de\ requisitos\ alterados = \frac{número\ de\ requisitos\ alterados}{número\ de\ requisitos\ definidos}$.
- **Responsável pela Medição:** papel que deve ser desempenhado pela pessoa que executar a medição. Exemplo: *analista de sistemas* pode ser o responsável pela medição da medida *número de casos de uso do projeto*.

- **Momento da Medição:** atividade na qual a medição deve ser realizada. Por exemplo, o momento da medição da medida *número de não conformidades na Especificação de Requisitos* poderia ser na atividade *Verificar Especificação de Requisitos*. A atividade indicada como momento da medição deve ser uma atividade de um processo da organização.
- **Periodicidade da Medição:** frequência em que a medição deve ser realizada. Exemplos: *mensal, diária, uma vez a cada execução da atividade indicada no momento da medição* etc.
- **Procedimento de Análise de Medição:** procedimento que deve ser adotado para analisar valores coletados para uma medida. Por exemplo, um procedimento de análise da medição para a medida *densidade de defeitos* poderia ser: *selecionar os dados a serem analisados (por exemplo: dados de um projeto, dados de projetos em andamento, dados de projetos concluídos, dados referentes a um dado período etc) e representá-los em um gráfico (ou vários, se necessário). Analisar se há discrepâncias entre os valores, bem como entre os valores e a meta estabelecida pela organização. Em caso afirmativo, registrar as discrepâncias e investigar suas causas, analisando-se, também, medidas correlatas que podem fornecer informações sobre possíveis causas das discrepâncias.*
- **Responsável pela Análise de Medição:** papel que deve ser desempenhado pela pessoa que deve executar a análise da medição. Exemplo: *gerente de projetos* pode ser o responsável pela análise da medição do *índice de aderência ao cronograma do projeto*.
- **Momento da Análise de Medição:** atividade na qual a análise da medição deve ser realizada. Por exemplo, o momento da análise da medição do *índice de aderência ao cronograma do projeto* poderia ser na atividade *Monitorar o Projeto*. A atividade indicada como momento da análise de medição deve ser uma atividade de um processo da organização.
- **Periodicidade da Análise de Medição:** frequência em que a análise da medição deve ser realizada. Exemplos: *mensal, diária, uma vez a cada execução da atividade indicada no momento da medição* etc.
- **Medição:** ato de medir uma entidade mensurável aplicando-se uma medida e obtendo-se um valor medido. Por exemplo, a medição do *índice de aderência ao cronograma do projeto* do *Projeto X* obtendo-se o valor medido 0,7.
- **Valor Medido:** valor obtido em uma medição. No exemplo anterior, 0,7 é o valor medido.
- **Contexto da Medição:** descrição da situação na qual uma medição foi realizada. Por exemplo, *medição realizada um mês após o desligamento de dois membros*

da equipe e substituição por outros com menor experiência poderia ser a descrição do contexto da medição do *índice de aderência ao cronograma do projeto* do Projeto X onde foi obtido o valor medido 0,7.

- **Executor da Medição:** pessoa que executou a medição. Exemplos: João da Silva, Maria Souza etc.
- **Momento Real da Medição:** momento em que a medição foi realizada (atividade e data nas quais a medição ocorreu). Por exemplo, a medição do *número de não conformidades na Especificação de Requisitos* do Projeto X, obtendo-se o valor medido 12, foi realizada durante a atividade *Verificar Especificação de Requisitos* no dia 10/04/2015.
- **Análise de Medição:** ato de analisar valores medidos para uma medida. Por exemplo, a análise dos valores da medida *densidade de defeitos* para todos os projetos concluídos em um determinado mês.
- **Resultado da Análise de Medição:** resultado obtido a partir da análise de valores medidos. Para o exemplo anterior, se poderia ter como resultado de análise de medição: *não há discrepâncias significativas entres as densidades de defeitos dos projetos concluídos no mês, porém os valores são superiores à meta estabelecida pela organização.*
- **Executor da Análise de Medição:** pessoa que executou a medição. Exemplos: João da Silva, Maria Souza etc.
- **Momento Real da Análise de Medição:** momento em que a análise de medição foi realizada (atividade e data nas quais a análise de medição ocorreu). Por exemplo, a análise da medição da *densidade de defeitos* para todos os projetos concluídos no mês 04/2015 foi realizada durante a atividade *Realizar Análise Post Mortem de Projetos*, no dia 30/04/2015.
- **Medidas Correlatas:** medidas que possuem relação entre si. Exemplos: medidas que compõem outras (por exemplo, *número de requisitos alterados* e *número de requisitos definidos* são correlatas a *taxa de requisitos alterados*); medidas cujos valores medidos são impactados pelos valores de outras medidas (por exemplo, *tamanho do projeto* é correlata a *esforço do projeto*, pois quanto maior o tamanho do projeto, maior o esforço necessário) e medidas que podem apoiar a análise de outras (por exemplo, *estabilidade dos requisitos do projeto* é correlata a *quantidade de retrabalho no projeto*, pois se em uma análise perceber-se que a *quantidade de retrabalho no projeto* está alta, pode-se analisar a *estabilidade dos requisitos do projeto* para verificar se estão ocorrendo muitas mudanças nos requisitos, o que poderia levar ao aumento do retrabalho).

- **Processo Estável:** processo repetível, isto é, cujas variações nos valores medidos para uma medida, quando representados em um gráfico de controle, não excedem os limites de controle calculados nem apresentam padrões que caracterizam instabilidade. Exemplo: *Processo de Gerência de Requisitos*, para o qual os valores medidos para a medida *taxa de requisitos alterados*, ao serem plotados em um gráfico de controle não excedem os limites de controle 0 e 0,25 (calculados a partir dos valores plotados) nem apresentam padrões que caracterizam instabilidade.
- **Baseline de Desempenho de Processo:** conjunto de valores (limite de controle superior e limite de controle inferior) que descrevem o desempenho de um processo estável, calculados a partir de valores medidos para uma medida. Por exemplo, a *baseline* de desempenho do *Processo de Gerência de Requisitos*, considerando a medida *taxa de requisitos alterados*, dada pelos valores 0 e 0,25.
- **Desempenho de Processo Especificado:** conjunto de valores (limite de controle superior e limite de controle inferior) que descrevem o desempenho desejado para um processo considerando uma medida. Por exemplo, o desempenho de processo especificado para o *Processo de Gerência de Requisitos*, considerando a medida *taxa de requisitos alterados*, dado pelos valores 0 e 0,2.
- **Capacidade de Processo:** valor que determina o índice de capacidade de um processo estável considerando uma medida. A capacidade de um processo é calculada a partir dos valores dos limites da *baseline* de desempenho do processo e do desempenho de processo especificado para ele. Por exemplo, considerando os valores apresentados anteriormente, o índice de capacidade do *Processo de Gerência de Requisitos*, para a medida *taxa de requisitos alterados*, seria dado por $(0,25 - 0)/(0,2 - 0)$, resultando em 1,25, que indica que o processo não é capaz¹.
- **Processo Capaz:** processo estável cujo desempenho descrito em sua *baseline* de desempenho é capaz de atender o desempenho especificado para ele. Um processo é capaz considerando-se uma medida, que é a mesma medida considerada na *baseline* de desempenho e no desempenho especificado.
- **Objetivo de Negócio:** um objetivo de negócio expressa a intenção pela qual ações estratégicas são planejadas e realizadas. Exemplo: *aumentar o nível de satisfação dos clientes*.
- **Objetivo de Medição:** um objetivo de medição expressa a intenção pela qual ações relacionadas à medição são planejadas e realizadas. Objetivos de medição devem ser definidos com base em objetivos de negócio. Exemplo: *reduzir o*

¹ Para ser capaz, o índice de capacidade de um processo deve ser menor ou igual a 1 e os limites de controle da sua *baseline* de desempenho devem ser internos ou iguais aos limites de controle do seu desempenho especificado.

número de defeitos dos produtos entregues é um objetivo de medição derivado do objetivo negócio *aumentar o nível de satisfação dos clientes*.

- **Necessidade de Informação:** descreve informação necessária para o monitoramento de objetivos de medição. Exemplo: *qual a taxa de defeitos escapados?* e *qual a taxa de detecção de defeitos?* são necessidades de informação identificadas a partir do objetivo de medição *reduzir o número de defeitos dos produtos entregues*.
- **Indicador:** uma medida desempenha o papel de indicador quando ela é utilizada para monitorar o alcance a um objetivo de medição. Por exemplo, se a medida *taxa de defeitos escapados* é utilizada para indicar o alcance ao objetivo de medição *reduzir o número de defeitos dos produtos entregues*, ela desempenha o papel de indicador.
- **Plano de Medição:** plano que reúne as informações necessárias para a realização da medição. Em um Plano de Medição constam objetivos de negócio relevantes à medição, objetivos de medição definidos a partir dos objetivos de negócio, necessidades de informação identificadas a partir dos objetivos de medição, medidas para o atendimento às necessidades de informação e definições operacionais para as medidas. Na Figura 9 é apresentado, como exemplo, um fragmento de Plano de Medição. Em seguida, na Tabela 1 é apresentada, como exemplo, a definição operacional de uma das medidas inclusas do Plano de Medição.
- **Plano de Medição da Organização:** plano de medição estabelecido para uma organização. O fragmento apresentado na Figura 9 é referente a um Plano de Medição da Organização.
- **Plano de Medição do Projeto:** plano de medição definido para um projeto. É definido com base em um Plano de Medição da Organização, mas pode contar diferenças para se adequar às particularidades do projeto. Por exemplo, em um Plano de Medição da Organização, os procedimentos de análise das medidas visam à análise dos dados no âmbito organizacional (considerando dados de vários projetos). Em um Plano de Medição do Projeto, os procedimentos de análise podem ser ajustados para tratarem a análise das medidas no âmbito do projeto.

Plano de Medição da Organização

Organização: Organização XPTO **Responsável:** Fulano de Tal **Data de criação:** DD/MM/AAAA

| Objetivos de Negócio | Objetivos de Medição | Necessidades de Informação | Medidas (indicadores em negrito) |
|----------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|----------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|

| | | | |
|---|---|--|---|
| Aumentar o nível de satisfação dos clientes | Reduzir o número de defeitos dos produtos entregues | Qual a taxa de detecção de defeitos nas Inspeções? | Taxa de detecção de defeitos na Inspeção Número de defeitos detectados na Inspeção Tamanho do código testado |
| | | Qual a taxa de defeitos escapados? | Taxa de defeitos escapados Número de defeitos escapados Tamanho do código entregue |

Figura 10 – Fragmento de Plano de Medição, relacionando objetivo de negócio, objetivo de medição, necessidades de informação e medidas.

Tabela 1 – Exemplo de definição operacional de medida do Plano de Medição da Organização.

| Nome | Taxa de detecção de defeitos na Inspeção |
|-------------------------------------|---|
| Mnemônico | TDDI |
| Descrição | Mede a taxa de detecção de defeitos em uma inspeção, dada pela razão entre o número de defeitos detectados na inspeção e o tamanho do código avaliado. |
| Tipo de Medida | Medida Derivada |
| Tipo de Entidade Mensurável | Processo de Inspeção |
| Unidade de Medida | defeitos/KSLOC |
| Tipo de Escala | Razão |
| Valores de Escala | Números reais positivos |
| Procedimento de Medição | Aplicar a fórmula de medição sobre os dados registrados no documento “Relatório de Inspeção”, que é criado durante uma inspeção, e armazenar o valor medido na ferramenta de apoio à medição. |
| Fórmula de Medição | Taxa de detecção de defeitos na Inspeção = Número de defeitos detectados na Inspeção/ Tamanho do código testado |
| Responsável pela Medição | Inspetor |
| Momento da Medição | Na atividade Realizar Inspeção |
| Periodicidade de Medição | Uma vez em cada ocorrência da atividade |
| Procedimento de Análise de Medição | Selecionar os dados a serem analisados e representá-los em um gráfico. Analisar se há discrepâncias entre os valores, bem como entre os valores e a meta estabelecida pela organização. Em caso afirmativo, registrar as discrepâncias e investigar suas causas, analisando-se, também, medidas correlatas que podem fornecer informações sobre possíveis causas das discrepâncias. |
| Responsável pela Análise de Medição | Gerente da Qualidade |
| Periodicidade da Análise de Medição | Mensal |
| Momento da Análise de Medição | Na atividade Realizar análise de indicadores organizacionais (para análise no âmbito organizacional) |
| Medidas Correlatas | - Número de Defeitos Detectados na Inspeção e Tamanho do Código Testado (compõem a medida) - Taxa de Defeitos Escapados (uma alta taxa de defeitos escapados indica que a taxa de detecção de defeitos na Inspeção é insatisfatória) |

4. O IARM

A Figura 11 apresenta uma visão geral do IARM.

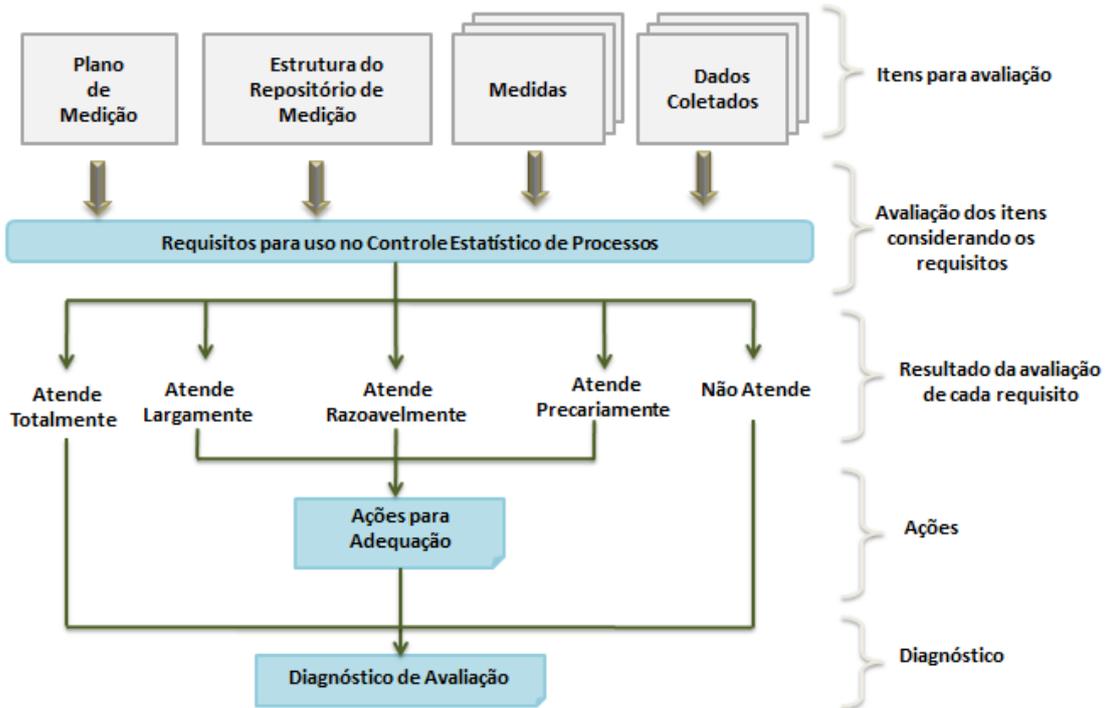


Figura 11 – Visão geral do IARM.

O IARM considera a avaliação de quatro itens: o **Plano de Medição**, a **Estrutura do Repositório de Medição**, as **Medidas** propriamente ditas e os **Dados Coletados** para essas medidas. Cada item é submetido à avaliação considerando-se um conjunto de requisitos. A avaliação de cada item segundo cada requisito pode produzir um dos seguintes resultados:

- (i) *Atende Totalmente*: o item avaliado satisfaz totalmente o requisito e nenhuma ação de alteração é necessária em relação ao requisito considerado.
- (ii) *Atende Largamente, Atende Razoavelmente ou Atende Precariamente*: o item avaliado não satisfaz o requisito, mas é possível realizar ações que irão adequá-lo a fim de satisfazer o requisito em questão. O grau de atendimento do item ao requisito (Largamente, Razoavelmente ou Precariamente) está diretamente relacionado com o esforço necessário para realizar as ações que levarão o item a atender o requisito em questão. Quanto mais esforço, menor o grau de atendimento.
- (iii) *Não Atende*: o item avaliado não satisfaz o requisito e não há ações possíveis para adequá-lo.

Quando o resultado da avaliação de um requisito é *Atende Largamente*, *Atende Razoavelmente* ou *Atende Precariamente*, são sugeridas *Ações para Adequação*. Essas ações são orientações que visam auxiliar na realização de correções que permitam a utilização do item avaliado no controle estatístico de processos.

Os resultados da avaliação são registrados em um Diagnóstico de Avaliação, que inclui, a avaliação detalhada de cada item, ações de adequação sugeridas e o grau de adequação de cada item e do repositório de medição como um todo ao controle estatístico de processos, dado em percentual.

Os requisitos do IARM são organizados em quatro *checklists*, um para avaliação de cada item. Os *checklists* para avaliação do Plano de Medição e da Estrutura do Repositório de Medição são aplicados uma única vez durante uma avaliação de um repositório de medição. Os *checklists* para avaliação das Medidas e dos Dados Coletados devem ser aplicados uma vez para cada medida que for avaliada, devendo-se, para uma mesma medida, serem aplicados o *checklist* para avaliação de Medida (que permitirá avaliar a medida propriamente dita) e o *checklist* para avaliação dos Dados Coletados (que permitirá avaliar os dados coletados para aquela medida).

Os modelos de maturidade que tratam melhoria contínua de processos de software, tais como o CMMI e o MR-MPS-SW, orientam que sejam submetidos ao controle estatístico os processos considerados críticos para a organização. Assim, se o IARM for usado por uma organização no contexto de programas de melhoria desse tipo, sugere-se que esses processos sejam identificados antes da avaliação do repositório de medição, a fim de evitar a avaliação desnecessária de medidas não relacionadas aos processos críticos ou a tendência à escolha de processos que tenham medidas e dados aplicáveis ao controle estatístico, porém que não sejam críticos.

Caso a organização deseje realizar o controle estatístico não apenas dos processos críticos, mas também de outros processos que tenham medidas e dados adequados, sugere-se avaliar todo o repositório de medição para identificar quais processos têm medidas e dados adequados para o controle estatístico.

A seguir são apresentados os *checklists* do IARM. Atualmente, os *checklists* estão implementados como planilhas eletrônicas, nas quais, além do conteúdo registrado explicitamente, há notas onde é possível consultar as descrições dos requisitos, as instruções para avaliação de cada requisito e outras informações úteis ao preenchimento da planilha durante a avaliação. Para cada item há duas planilhas definidas, uma contendo o *checklist* de avaliação e outra as ações de adequação.

4.1 Checklist para Avaliação do Plano de Medição



Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monalessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Instruções: para cada requisito, marque X na coluna correspondente ao resultado da avaliação. Posicione o mouse sobre as células com a marca vermelha no canto superior direito para visualizar a descrição dos requisitos, a descrição de cada resultado de avaliação para cada requisito e outras informações úteis para o preenchimento da planilha. **Importante:** para que os cálculos da pontuação e grau de adequação sejam realizados corretamente, deve-se marcar apenas um X para cada requisito avaliado.

Item avaliado: **Plano de Medição**

| Requisitos | Avaliação | | | | | | Observações do Avaliador |
|--|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| | Atende Totalmente | Atende Largamente | Atende Razoavelmente | Atende Precariamente | Não Atende | Não foi possível avaliar | |
| 1. Os objetivos de negócio da organização relevantes à medição estão registrados no Plano de Medição. | | | | | | | |
| 2. Os objetivos de medição estão registrados no Plano de Medição e corretamente associados aos objetivos de negócio da organização. | | | | | | | |
| 3. As necessidades de informação para monitoramento dos objetivos de medição estão identificadas. | | | | | | | |
| 4. As medidas capazes de fornecer as informações necessárias ao monitoramento dos objetivos de medição estão identificadas e devidamente associadas. | | | | | | | |

Pontuação: 0
 Algum "Não Atende"? Não
 Grau de Adequação (%): 0

Figura 12 – Planilha para avaliação do Plano de Medição da Organização.

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Item avaliado: Plano de Medição
Ações de Adequação

| Requisitos | Ações de Adequação | |
|--|---|--|
| | Sugeridas pelo IARM (ações gerais) | Sugeridas pelo Avaliador (ações específicas para a avaliação realizada) |
| 1. Os objetivos de negócio da organização relevantes à medição estão registrados no Plano de Medição. | <p><i>. Se há objetivos de negócio da organização relevantes à medição que não estão registrados no Plano de Medição da Organização:</i> identificar esses objetivos e incluí-los, se possível, associando-os a objetivos de medição presentes no Plano de Medição.</p> <p><i>. Se há objetivos de negócio registrados no Plano de Medição da Organização que não são relevantes à medição ou não estão alinhados com os objetivos estabelecidos no Planejamento Estratégico:</i> identificar esses objetivos e excluí-los do Plano de Medição.</p> | <p>Nesta coluna o avaliador deve registrar as ações de adequação que ele sugere que sejam conduzidas pela organização, considerando a avaliação realizada.</p> <p>Essas ações podem ser as ações de adequação gerais sugeridas pelo IARM (vide coluna à esquerda), bem como podem ser outras ações, definidas pelo avaliador.</p> <p>Por exemplo, para o requisito 1, caso o avaliador tenha verificado que objetivos de negócio relevantes não foram incluídos no Plano de Medição, a ação "Analisar o Planejamento Estratégico da Organização, identificar objetivos de negócio relevantes à medição que não estão registrados no Plano de Medição da Organização e incluí-los associando-os a objetivos de medição presentes no Plano de Medição", que equivale à primeira ação sugerida pelo IARM para para o requisito 1, poderia ser inserida nesta coluna.</p> <p>Esta coluna só deve ser preenchida para requisitos com avaliação Atende Largamente, Atende Razoavelmente ou Atende Precariamente. </p> |
| 2. Os objetivos de medição estão registrados no Plano de Medição e corretamente associados aos objetivos de negócio da organização. | <p><i>. Se há objetivos de medição que não estão registrados no Plano de Medição da Organização:</i> identificar esses objetivos e incluí-los no Plano de Medição, associando-os aos objetivos de negócio nos quais se baseiam.</p> <p><i>. Se há objetivos de medição registrados no Plano de Medição da Organização que não foram derivados dos objetivos de negócio:</i> identificar esses objetivos e excluí-los do Plano de Medição.</p> <p><i>. Se há objetivos de medição registrados no Plano de Medição da Organização associados incorretamente aos objetivos de negócio:</i> identificar esses objetivos e realizar a associação correta entre objetivos de negócio e objetivos de medição.</p> | |
| 3. As necessidades de informação para monitoramento dos objetivos de medição estão identificadas. | <p><i>. Se há necessidades de informação que não estão registradas no Plano de Medição da Organização:</i> identificar essas necessidades de informação e incluí-las, associando-as aos respectivos objetivos de medição.</p> <p><i>. Se há necessidades de informação registradas no Plano de Medição da Organização que não foram derivadas dos objetivos de medição:</i> identificar essas necessidades de informação e excluí-las do Plano de Medição.</p> <p><i>. Se há necessidades de informação registradas no Plano de Medição da Organização associadas incorretamente aos objetivos de medição:</i> identificar essas necessidades de informação e realizar a associação correta entre necessidades de informação e objetivos de medição.</p> | |
| 4. As medidas capazes de fornecer as informações necessárias ao monitoramento dos objetivos de medição estão identificadas e devidamente associadas. | <p><i>. Se há medidas definidas que não estão registradas no Plano de Medição da Organização:</i> investigar, no conjunto de medidas definidas pela organização, medidas relacionadas às necessidades de informação e que não estão registradas no Plano de Medição e incluí-las, associando-as às respectivas necessidades de informação.</p> <p><i>. Se há medidas registradas no Plano de Medição da Organização que não são capazes de atender às necessidades de informação identificadas:</i> identificar essas medidas e excluí-las do Plano de Medição.</p> <p><i>. Se há medidas registradas no Plano de Medição da Organização associadas incorretamente às necessidades de informação:</i> identificar essas medidas e realizar a associação correta entre necessidades de informação e medidas.</p> | |

Figura 13 – Planilha de Ações para Adequação do Plano de Medição da Organização com nota visível contendo informações para auxiliar o avaliador.

4.2 Checklist para Avaliação da Estrutura do Repositório de Medição



Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monalessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Instruções: para cada requisito, marque X na coluna correspondente ao resultado da avaliação. Posicione o mouse sobre as células com a marca vermelha no canto superior direito para visualizar a descrição dos requisitos, a descrição de cada resultado de avaliação para cada requisito e outras informações úteis para o preenchimento da planilha. **Importante:** para que os cálculos da pontuação e grau de adequação sejam realizados corretamente, deve-se marcar apenas um X para cada requisito avaliado.

Item avaliado: **Estrutura do Repositório de Medição**

| Requisitos | Avaliação | | | | | | Observações do Avaliador |
|---|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| | Atende Totalmente | Atende Largamente | Atende Razoavelmente | Atende Precariamente | Não Atende | Não foi possível avaliar | |
| 1. O repositório de medição é único ou composto por diversas fontes adequadamente integradas. | | | | | | | |
| 2. Os projetos são caracterizados satisfatoriamente. | | | | | | | |
| 3. Um mecanismo de identificação de similaridade entre projetos é estabelecido. | | | | | | | |
| 4. As definições dos processos da organização são registradas e é possível identificar as diferentes definições de cada processo. | | | | | | | |
| 5. É possível identificar a definição dos processos executados nos projetos. | | | | | | | |
| 6. É possível armazenar e recuperar planos de medição da organização e dos projetos. | | | | | | | |
| 7. É possível armazenar e recuperar medidas e suas definições operacionais, contendo: nome da medida, descrição, mnemônico, tipo de medida (base ou derivada), tipo de entidade mensurável, unidade de medida, tipo de escala, valores da escala, procedimento de medição, fórmula de medição, responsável pela medição, periodicidade da medição, momento da medição, procedimento da análise de medição, responsável pela análise de medição, periodicidade da análise de medição, momento da | | | | | | | |
| 8. É possível armazenar e recuperar medições, incluindo: o valor medido, a entidade medida, o momento da medição (processo e atividade nos quais a medição foi realizada e data da medição), o executor da medição, o projeto no qual a medição foi realizada (quanto pertinente) e o contexto da medição (dados relevantes sobre o contexto em que a medição ocorreu). | | | | | | | |
| 9. É possível armazenar e recuperar baselines de desempenho para os processos. | | | | | | | |
| 10. É possível armazenar e recuperar o desempenho especificado para os processos. | | | | | | | |
| 11. É possível armazenar e recuperar a capacidade dos processos. | | | | | | | |

Pontuação: 0
 Algum "Não Atende"? Não
 Grau de Adequação (%): 0

Figura 14— Planilha para Avaliação da estrutura do Repositório de Medição.

4.3 Checklist para Avaliação das Medidas



Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monaessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Instruções: para cada requisito, marque X na coluna correspondente ao resultado da avaliação. Posicione o mouse sobre as células com a marca vermelha no canto superior direito para visualizar a descrição dos requisitos, a descrição de cada resultado de avaliação para cada requisito e outras informações úteis para o preenchimento da planilha. **Importante:** para que os cálculos da pontuação e grau de adequação sejam realizados corretamente, deve-se marcar apenas um X para cada requisito avaliado.

Nota: Deve-se preencher uma planilha para cada medida que se deseja avaliar.

Instrução adicional: para realizar a avaliação das medidas, sugere-se que sejam selecionadas, inicialmente, as medidas diretamente relacionadas aos objetivos de medição (ou seja, os indicadores). A avaliação dessas medidas incluirá, também, a avaliação de suas correlatas. Após avaliar essas medidas, caso ainda haja medidas definidas na organização que não foram avaliadas, conduz-se sua avaliação.

Item avaliado: **Medidas**

Medida: <<nome da medida avaliada>>

| Requisitos | Avaliação | | | | | | | Observações do Avaliador |
|--|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| | Não se aplica | Atende Totalmente | Atende Largamente | Atende Razoavelmente | Atende Precariamente | Não Atende | Não foi possível avaliar | |
| 1. A definição operacional da medida é correta, clara e completa, contendo: nome da medida, descrição, mnemônico, tipo de medida (base ou derivada), tipo de entidade mensurável, unidade de medida, tipo de escala, valores da escala, procedimento de medição, fórmula de medição, responsável pela medição, periodicidade da medição, momento da medição, e, quando pertinente, procedimento de análise de medição, responsável pela análise de medição, periodicidade da análise de medição e momento da análise de medição. | | | | | | | | |
| 2. A medida está alinhada a objetivos da organização. | | | | | | | | |
| 3. Os resultados da análise da medida são relevantes à tomada de decisão. | | | | | | | | |
| 4. Os resultados da análise da medida são úteis à melhoria de processos. | | | | | | | | |
| 5. A medida fornece informações sobre o desempenho de um processo. | | | | | | | | |
| 6. A medida está relacionada a um processo crítico. | | | | | | | | |
| 7. A medida possui baixa granularidade. | | | | | | | | |
| 8. As medidas necessárias à composição da medida estão adequadamente identificadas (se aplicável). | | | | | | | | |
| 9. As medidas necessárias para apoiar a análise da medida estão adequadamente identificadas. | | | | | | | | |
| 10. A medida é passível de normalização (se aplicável). | | | | | | | | |
| 11. A medida está normalizada corretamente (se aplicável). | | | | | | | | |
| 12. A medida não considera dados agregados. | | | | | | | | |

Requisitos considerados: 12

Algum "Não Atende"? Não

Pontuação: 0

Figura 15 – Planilha para Avaliação de uma Medida.

4.4 Checklist para Avaliação dos Dados Coletados



Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monalessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Instruções: para cada requisito, marque X na coluna correspondente ao resultado da avaliação. Posicione o mouse sobre as células com a marca vermelha no canto superior direito para visualizar a descrição dos requisitos, a descrição de cada resultado de avaliação para cada requisito e outras informações úteis para o preenchimento da planilha. **Importante:** para que os cálculos da pontuação e grau de adequação sejam realizados corretamente, deve-se marcar apenas um X para cada requisito avaliado.

Nota: a avaliação dos dados coletados deve ser feita para cada medida avaliada anteriormente. Assim, para cada planilha de avaliação de medida deve haver uma planilha de avaliação de dados correspondente.

Item avaliado: **Dados Coletados**

Dados coletados para a medida: <<nome da medida considerada>>

| Requisitos | Avaliação | | | | | | Observações do Avaliador |
|--|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| | Não se aplica | Atende Totalmente | Atende Largamente | Atende Razoavelmente | Atende Precariamente | Não Atende | |
| 1. Os dados coletados para a medida têm localização conhecida e acessível. | | | | | | | |
| 2. Há volume suficiente de dados coletados. | | | | | | | |
| 3. Não há dados perdidos ou a quantidade de dados perdidos não compromete a análise. | | | | | | | |
| 4. Os dados coletados são precisos. | | | | | | | |
| 5. Os dados coletados são consistentes. | | | | | | | |
| 6. Para cada medição, é possível identificar nos dados armazenados: o valor medido, a entidade medida, o momento da medição (processo e atividade nos quais a medição foi realizada e data da medição), o executor da medição, o contexto da medição (dados relevantes sobre o contexto em que a medição ocorreu) e, quando a medição é realizada em um projeto: o projeto no qual a medição foi realizada, a definição do processo executado no projeto e a relação dessa definição com a definição do processo no âmbito da organização. | | | | | | | |
| 7. Os dados coletados para as medidas que compõem a medida foram adequadamente coletados e estão disponíveis (se aplicável). | | | | | | | |
| 8. Os dados coletados para as medidas capazes de apoiar as análises foram adequadamente coletados e estão disponíveis. | | | | | | | |
| 9. Os dados coletados para as medidas necessárias à normalização da medida foram adequadamente coletados e estão disponíveis (se aplicável). | | | | | | | |

Requisitos considerados: 9

Algum "Não Atende"? Não

Pontuação: 0

Figura 16 – Planilha para Avaliação dos Dados Coletados para uma Medida.

4.5 Grau de Adequação do Repositório de Medição

Com base nos resultados das avaliações de cada requisito do Plano de Medição, da Estrutura do Repositório de Medição, das Medidas e dos Dados Coletados, os graus de adequação de cada item e do repositório de medição como um todo são calculados.

Para determinar o grau de adequação, a cada resultado de avaliação dos requisitos foi atribuído um valor: Atende Totalmente = 4, Atende Largamente = 3, Atende Razoavelmente = 2, Atende Precariamente = 1. Para calcular a pontuação de cada item avaliado, é realizada a soma dos valores correspondentes aos resultados de avaliação de cada requisito e, em seguida, obtém-se a média, dividindo-se a o valor total pelo número de requisitos. A pontuação obtida é, então, convertida em percentual, fornecendo o grau de adequação. Caso um item possua pelo menos um requisito avaliado como *Não Atende*, a pontuação do item e seu grau de adequação são iguais a zero.

O grau de adequação do repositório como um todo é obtido seguindo-se o procedimento ilustrado na Figura 17.

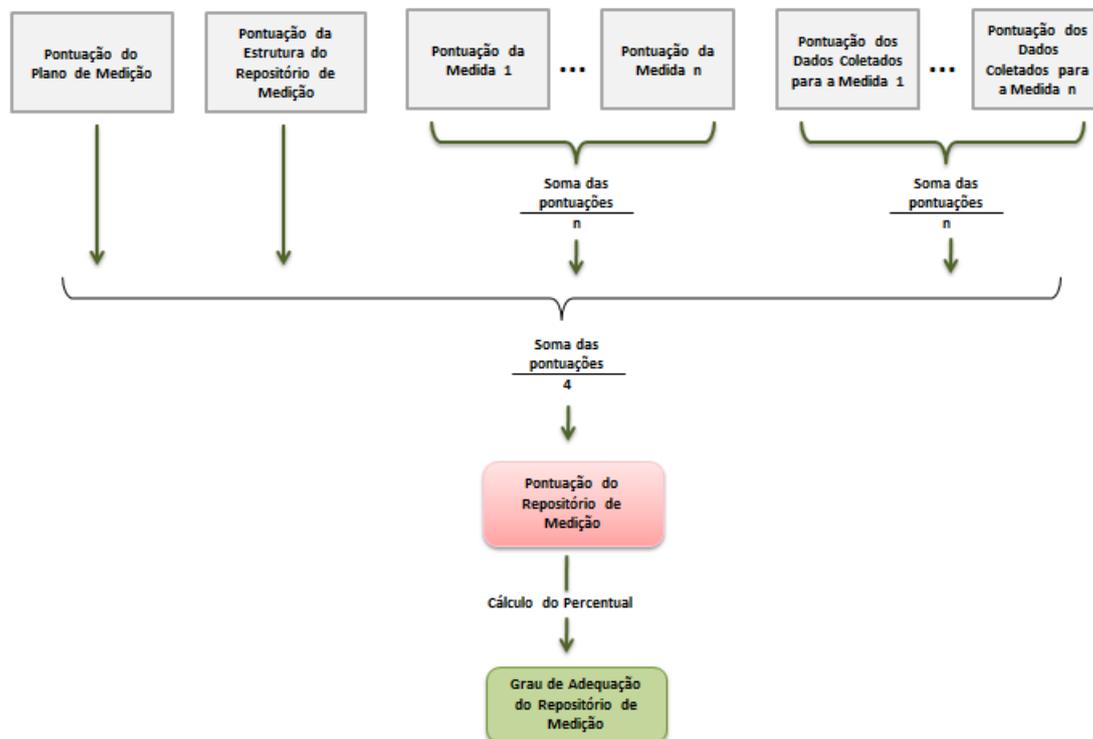


Figura 17 – Procedimento adotado para calcular o grau de adequação do repositório de medição.

A Figura 18 mostra a planilha onde o grau de adequação de cada item avaliado e do repositório de medição são apresentados.

IARM Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monalessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Instruções: Os graus de adequação do Plano de Medição e da Estrutura do Repositório de Medição são calculados automaticamente. Para a obtenção do Grau de Adequação das Medidas e dos Dados Coletados é necessário informar o número de medidas avaliadas e a pontuação total das medidas e dados coletados avaliados. Essas informações devem ser fornecidas nas células marcadas com a cor cinza. Posicione o mouse sobre as células com a marca vermelha no canto superior direito para visualizar informações sobre seu preenchimento.

Grau de Adequação (%)

| | |
|--|--|
| Plano de Medição | |
| Estrutura do Repositório de Medição | |
| Medidas | |
| Dados Coletados | |
| Grau de Adequação Total | |

Para obtenção do Grau de Adequação das Medidas

| | |
|---|--|
| Número de medidas avaliadas: | |
| Pontuação total de avaliação das medidas: | |

Para obtenção do Grau de Adequação dos Dados Coletados

| | |
|---|--|
| Número de medidas avaliadas: | |
| Pontuação total de avaliação dos dados coletados: | |

Figura 18 – Planilha de apresentação dos graus de adequação.

4.6 Diagnóstico de Avaliação

Ao fim da avaliação, além das planilhas contendo as avaliações detalhadas, as ações de adequação sugeridas e o grau de adequação, um diagnóstico de avaliação geral deve ser registrado pelo avaliador, em uma planilha como mostra a Figura 19.

IARM Instrumento para Avaliação de Repositório de Medição considerando Adequação ao Controle Estatístico de Processos

Copyright © 2015 Monalessa Perini Barcellos

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Organização: | <<nome da organização>> |
| Avaliador: | <<nome do avaliador>> |
| Data da avaliação: | <<data da avaliação>> |

Diagnóstico de Avaliação

| |
|--|
| <div style="border: 1px solid black; background-color: #ffffcc; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Neste espaço o avaliador deve registrar seus comentários gerais, considerando as avaliações realizadas e os graus de adequação obtidos.</p> </div> |
|--|

Figura 19 – Diagnóstico de Avaliação.

5. Processo de Utilização do IARM

O processo de utilização do IARM é composto por 8 atividades e é ilustrado na Figura 20. Após a figura, as atividades são descritas.

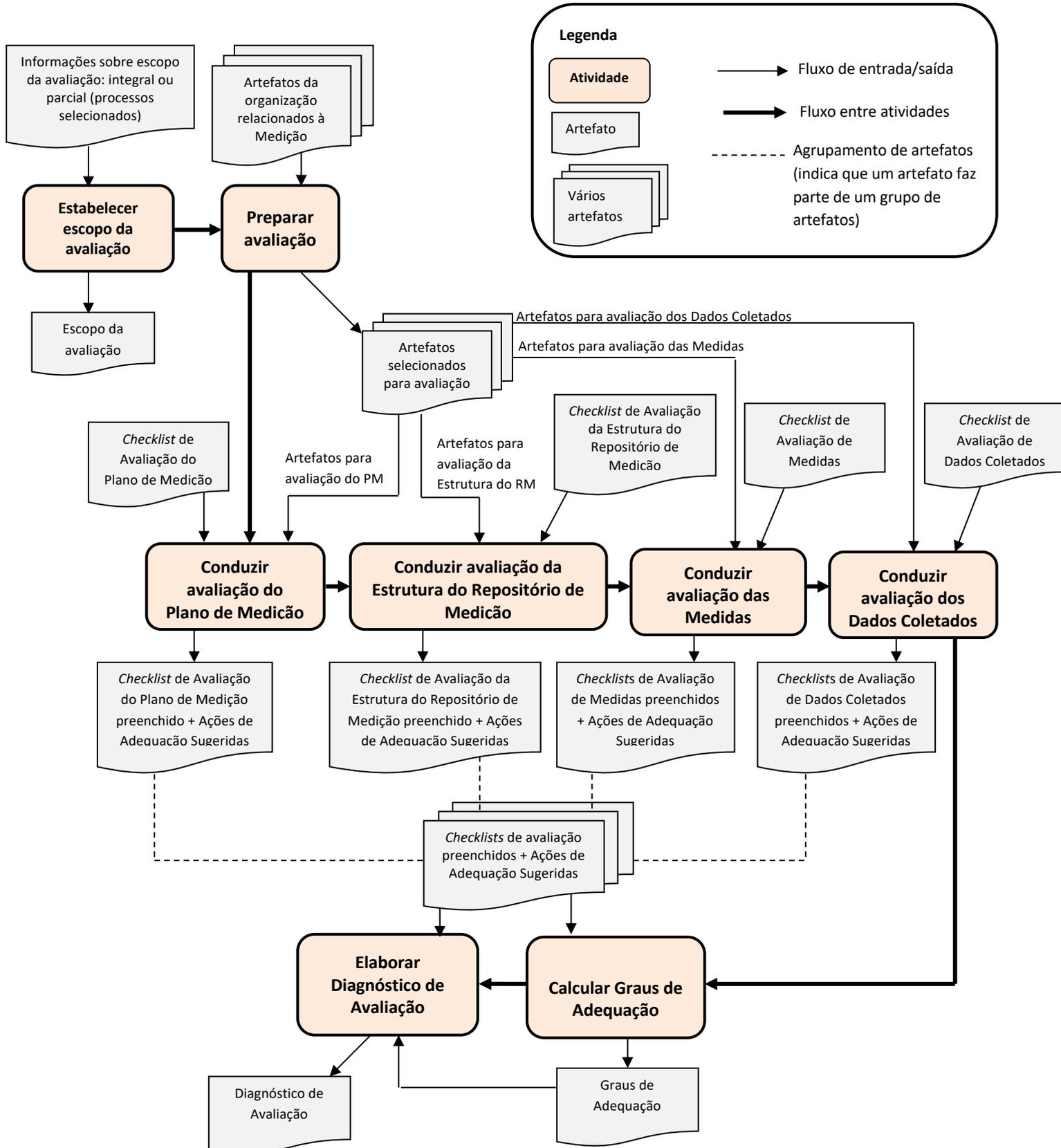


Figura 20 – Processo de Utilização do IARM.

i. Estabelecer escopo da avaliação

Nesta atividade, o avaliador deve estabelecer o escopo da avaliação, que pode ser a avaliação integral do repositório de medição ou parcial, considerando apenas alguns processos selecionados pela organização (processos críticos ou outros processos que a organização deseja submeter ao controle estatístico). Caso a avaliação seja limitada a alguns processos, a organização deve informar ao avaliador quais são eles.

ii. Preparar avaliação

Nesta atividade, o avaliador deve identificar os artefatos que serão utilizados na avaliação de cada item (Plano de Medição, Estrutura do Repositório de Medição, Medidas e Dados Coletados).

A avaliação do Plano de Medição é feita considerando-se o Plano de Medição da Organização. Se, por exemplo, o Plano de Medição da Organização estiver registrado em um documento, este documento deve ser identificado e disponibilizado para ser utilizado na avaliação.

No contexto do IARM, a estrutura do repositório de medição refere-se à estrutura de todos os mecanismos utilizados pela organização para armazenar e recuperar dados da medição. Essa estrutura pode, por exemplo, se referir a uma ferramenta utilizada pela organização, ou, ainda, ser uma combinação de bancos de dados, ferramentas, planilhas e documentos usados pela organização no registro e recuperação dos dados relevantes à medição. Para a avaliação da Estrutura do Repositório de Medição, nesta atividade devem-se identificar todos os meios utilizados pela organização para armazenar e recuperar dados da medição. Por exemplo, se os dados da medição são armazenados em planilhas, as planilhas devem ser identificadas e disponibilizadas para a avaliação. Caso sejam utilizadas ferramentas para apoiar a medição, as ferramentas devem ser disponibilizadas para avaliação e, se possível, os modelos dos bancos de dados que armazenam os dados da medição também devem ser disponibilizados.

Para a avaliação das Medidas e dos Dados Coletados, devem ser disponibilizados os artefatos que armazenam esses itens. Por exemplo, se uma organização armazena a definição das medidas em planilhas e os dados coletados para elas em um sistema, ambos devem ser identificados e disponibilizados.

Durante esta atividade, o avaliador pode obter auxílio de membros da organização². Por exemplo, o avaliador pode fazer perguntas aos membros da organização, a fim de identificar e obter os artefatos para avaliação. Exemplos de algumas perguntas: Onde o Plano de Medição da Organização está registrado? O que é usado para registrar os dados da medição (planilhas, ferramentas, documentos etc.)?

² O avaliador pode ser uma pessoa externa à organização ou um membro dela.

Se os dados são registrados usando mais de um mecanismo, o que fica registrado em qual (por exemplo, o que fica nas planilhas e o que fica na ferramenta)?

iii. Conduzir a avaliação do Plano de Medição

Nesta atividade o avaliador deve realizar a avaliação do Plano de Medição da Organização. Para isso, ele deve preencher a planilha de avaliação do Plano de Medição (vide Figura 12). Após realizar a avaliação, caso haja requisitos atendidos largamente, parcialmente ou precariamente, e nenhum requisito não atendido, o avaliador deve sugerir ações para adequação. Essas ações devem ser registradas na planilha de ações de adequação do Plano de Medição (vide Figura 13).

Caso a avaliação seja limitada aos processos selecionados pela organização, nesta atividade só devem ser considerados os fragmentos do Plano de Medição que estão relacionados a esses processos.

Durante a avaliação do Plano de Medição, bem como durante a avaliação dos demais itens, pode ser necessário recorrer a membros da organização para obter informações que permitam o avaliador conduzir a avaliação adequadamente. Por exemplo, durante a avaliação do Plano de Medição, conforme consta no *checklist* de avaliação, deve-se verificar se os objetivos de negócio relevantes à medição estão registrados no Plano de Medição. Caso o avaliador tenha dúvidas sobre a relevância dos objetivos registrados ou note que outros objetivos deveriam ser inseridos, ele pode solicitar informações sobre os objetivos de negócio da organização a algum membro.

iv. Conduzir a avaliação da Estrutura do Repositório de Medição

Nesta atividade o avaliador deve realizar a avaliação da Estrutura do Repositório de Medição da organização. Para isso, ele deve preencher a planilha de avaliação da Estrutura do Repositório de Medição (vide Figura 14). Após realizar a avaliação, caso haja requisitos atendidos largamente, parcialmente ou precariamente, e nenhum requisito não atendido, o avaliador deve sugerir ações para adequação. Essas ações devem ser registradas na planilha de ações de adequação Estrutura do Repositório de Medição.

Como o próprio nome sugere, a avaliação da estrutura do repositório foca na *estrutura* do repositório, ou seja, o arcabouço que descreve o repositório no qual os dados da medição são armazenados e podem ser recuperados. Por exemplo, se uma organização usa uma única ferramenta para armazenar e recuperar os dados da medição, o modelo de dados dessa ferramenta pode ser um artefato utilizado na avaliação da estrutura do repositório de medição. Cabe ressaltar que avaliar o modelo de dados da ferramenta é uma das formas de avaliar a estrutura do repositório, mas não é a única. Por exemplo, caso o modelo não esteja disponível ou seja muito complexo, a ferramenta pode ser utilizada como artefato para a avaliação, uma vez que

ela permite identificar os dados que podem ou não ser armazenados/recuperados. Ainda, pode ser necessário usar mais de um artefato para avaliar a estrutura do repositório adequadamente. Por exemplo, ambos, modelo de dados e ferramenta, podem ser usados como artefatos para a avaliação, o modelo de dados focando no que pode ser armazenado e a ferramenta nas funcionalidades que permitem a recuperação dos dados.

Caso a estrutura do repositório seja formada por vários mecanismos (planilhas, documentos, ferramentas etc.), todos eles devem ser considerados durante a avaliação. Por exemplo, um dos requisitos de avaliação da estrutura do repositório diz que a estrutura do repositório deve permitir que as medidas e suas definições operacionais sejam armazenadas e recuperadas. Para fazer a verificação do atendimento a esse requisito, devem ser considerados todos os mecanismos usados (ou seja, considerando todos os mecanismos presentes na estrutura do repositório, é possível armazenar e recuperar medidas e suas definições operacionais?).

Embora o foco seja a avaliação da estrutura do repositório, durante a avaliação deste item, também são considerados alguns dados armazenados no repositório, particularmente dados relacionados a processos e projetos, que, embora não sejam dados da medição, são relevantes nesse contexto.

v. Conduzir a avaliação das Medidas

Nesta atividade o avaliador deve realizar a avaliação das Medidas. Para isso, ele deve preencher uma planilha de avaliação de Medidas (vide Figura 15) para cada medida avaliada. Ou seja, se forem avaliadas n medidas, deverão ser preenchidas n planilhas de avaliação de Medidas. Após realizar a avaliação de uma medida, caso haja requisitos atendidos largamente, parcialmente ou precariamente, e nenhum requisito não atendido, o avaliador deve sugerir ações para adequação para aquela medida. Essas ações devem ser registradas na planilha de ações de adequação de Medidas. Deve haver uma planilha de ações de adequação para cada medida avaliada que tenha pelo menos um requisito avaliado como largamente, parcialmente ou precariamente atendido e nenhum requisito não atendido.

Caso a avaliação seja limitada aos processos selecionados pela organização, nesta atividade só devem ser consideradas as medidas relacionadas a esses processos.

vi. Conduzir a avaliação dos Dados Coletados

Nesta atividade o avaliador deve realizar a avaliação dos Dados Coletados para as medidas avaliadas. Para isso, para cada medida avaliada, o avaliador deve preencher uma planilha de avaliação de Dados Coletados (vide Figura 16). Ou seja, se forem avaliadas n medidas, deverão ser preenchidas n planilhas de avaliação de Dados Coletados. Após realizar a avaliação dos dados coletados para uma medida, caso haja

requisitos atendidos largamente, parcialmente ou precariamente, e nenhum requisito não atendido, o avaliador deve sugerir ações para adequação para os dados coletados para aquela medida. Essas ações devem ser registradas na planilha de ações de adequação de Dados Coletados. Deve haver uma planilha de ações de adequação para os dados coletados de cada medida que tenham pelo menos um requisito avaliado como largamente, parcialmente ou precariamente atendido, e nenhum requisito não atendido.

Caso a avaliação seja limitada aos processos selecionados pela organização, nesta atividade só devem ser considerados os dados coletados para as medidas relacionadas a esses processos.

vii. Calcular Grau de Adequação

Nesta atividade o avaliador deve fornecer os dados necessários ao cálculo do grau de adequação do repositório de medição ao controle estatístico de processos (vide Figura 17).

viii. Elaborar Diagnóstico de Avaliação

Nesta atividade o avaliador deve elaborar o Diagnóstico de Avaliação (vide Figura 19), no qual deve registrar uma visão geral da avaliação e seus resultados, bem como outras informações que julgar relevantes. Após a avaliação, o Diagnóstico de Avaliação deve ser entregue à organização que solicitou a avaliação, contendo além do registro do diagnóstico geral, a planilha com o grau de adequação, as planilhas com as avaliações detalhadas de cada item e as ações de adequação sugeridas.

Referências

- Barcellos, M. P., 2009. Uma Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos em Organizações de Alta Maturidade. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Barcellos, M. P., Falbo, R. A., Rocha, A. R., 2013, "A Strategy for Preparing Software Organizations for Statistical Process Control". Journal of the Brazilian Computer Society, 2013(19): 445–473.
- Card, D. N., Domzalski, K., Davies, G., 2008, "Making Statistics Part of Decision Making in an Engineering Organization". IEEE Software, 25(3): 37-47.
- Dumke, R., Côté, I., Andruschak, O. T., 2004, Statistical Process Control (SPC) - A Metric-based Point of View of Software Processes Achieving the CMMI Level Four, Technical Report, Dept. of Computer Science, University of Magdeburg, Germany.
- Florac, W. A., Carleton, A. D., 1999, Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement. Addison Wesley, Boston, USA.

- Kitchenham, B., Jeffery, D. R., Connaughton, C., 2007, "Misleading Metrics and Unsound Analyses". IEEE Software, 24(2): 73 - 78.
- Rocha, A. R., Santos, G., Barcellos, M. P., 2012, Medição de Software e Controle Estatístico de Processos. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), SEPIN/PBQP Software - Brasília - DF, Brasil.
- SEI, 2010, CMMI for Development Version 1.3. Pittsburgh, USA.
- SOFTEX, 2012, MPS.BR: Melhoria de Processo do Software Brasileiro - Guia Geral : 2012, Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr>.
- Takara, A., Bettin, A. X., Toledo, C. M. T., 2007, Problems and Pitfalls in a CMMI Level 3 to Level 4 Migration Process. 6th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology - QUATIC 2007, IEEE Computer Society 91–99.
- Tarhan, A., Demirors, O., 2012, "Apply Quantitative Management Now". IEEE Software 29 (3) , art. no. 5963630 , pp. 77-85
- Wang, Q., Li, M., 2005, Measuring and Improving Software Process in China. International Symposium on Empirical Software Engineering - ISESE 2005, Hoosa Head, Australia: 183-192.
- Wheeler, D. J., Chambers, D. S., 1992, Understanding Statistical Process Control. 2nd ed., Knoxville - SPC Press.