

Integração de Metodologias para a Melhoria Contínua de Processos

David Vilamariz

E-mail: davidvilamariz@gmail.com

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade NOVA de Lisboa

Helena V. G. Navas

E-mail: hvgn@fct.unl.pt

UNIDEMI, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

Virgílio A. Cruz Machado

E-mail: vcm@fct.unl.pt

UNIDEMI, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

Resumo:

Nos dias de hoje, os elevados padrões de Qualidade estão de tal forma intrínsecos nas organizações que a população pensa saber o seu real significado, assim como pensam reconhecer a sua capacidade de identificar a Qualidade em qualquer produto ou serviço que utilizem. Desta forma, a necessidade de melhorar continuamente os processos de negócio, que as organizações utilizam para se aproximarem do cliente, é cada vez mais urgente.

Contudo, o facto de haver uma versatilidade dos negócios, e a cada vez maior dinâmica e diversidade, obriga a que as redes de comunicação entre organizações esteja mais uniformizadas, sendo que a competição é cada vez maior e os níveis de exigência para com estas também.

Desta forma, a constante necessidade de estar conectado com o cliente, e a capacidade de satisfazer as suas necessidades, de forma cada vez mais eficiente, são fatores de criação de valor para a organização, e conseqüente aumento da sua vantagem competitiva.

Palavras-chave: BPM, DMAIC, Lean, TRIZ.

Abstract:

Nowadays, high quality standards are so deeply inserted in organizations' core that their customers may think they know its meaning or how to identify is a certain product complies to those standards. Therefore, it is important to keep improving business processes, since organizations rely on them for a closer connection with their customers.

However, business versatility, diversity and dynamics lead to an uniformed communications network between organizations since competition and performance demand is higher.

Thus, the constant need to be in contact with the client and the capacity of meeting their needs more efficiently are important values to an organization as far as value creation concerns, as well as sustainable competitive advantage.

Keywords: BPM, DMAIC, Lean, TRIZ.

1.Introdução

O conceito de Qualidade, que está intimamente ligado à satisfação do cliente, já foi referenciado em diversos estudos, contudo, nunca foi referida uma definição padronizada e uniforme relativamente ao mesmo.

A Qualidade esteve sempre presente na história, sendo que as mais diversas civilizações utilizavam inconscientemente diversos princípios de qualidade, para a sua sobrevivência (Requeijo et al., 2009).

Desta forma, com a necessidade constante em crescer e desenvolver os processos, serviços e produtos das organizações, surgiu a melhoria contínua, decorrente da necessidade que as organizações têm em desenvolver as suas capacidades, e de atingirem as necessidades do cliente da forma mais eficaz possível. Um dos métodos utilizados na melhoria contínua é o Ciclo PDCA, um acrónimo inglês de *Plan, Do, Check e Act*, conhecido também como Ciclo de Shewhart, em homenagem a quem o idealizou ou como Ciclo Deming, como referência a quem o desenvolveu e tornou reconhecido (Dudin et al., 2014) podem ser utilizados princípios ligados à gestão de processos, liderança, gestão de fornecedores, qualidade, controlo estatístico, trabalho de equipa, política de zero defeitos, formação, planeamento, medir a relação qualidade-custos ou mesmo para perceber as reais necessidades do cliente (Black et al., 1996).

1.1.BPM

A contínua e rápida mudança das exigências dos consumidores e o aumento de regulamentos nos negócios, faz com que haja a necessidade de adaptar modelos de negócios específicos, assim como os processos inerentes aos mesmos (Qumer et al., 2007). O BPM é encarado como um “antídoto para a ineficiência”, segundo Hoffer (2003), e para que seja possível modelar e mapear os processos para posteriormente proceder a métodos de melhoria, é necessário utilizar a uma notação específica.

Segundo Pourshahid (2009), este é um ciclo contínuo que engloba valores, crenças, cultura e liderança, e por outro lado consiste num processo de planeamento, análise, modelagem, implementação, monitorização, e otimização do processo em questão.

1.2. Lean & Six Sigma

O termo “Lean” é conhecido como uma metodologia ou filosofia, com o intuito de eliminação de desperdícios e simplificação dos processos nas organizações, a partir da sua base de melhoria contínua (Wahab et al., 2013). Numa organização, são considerados desperdícios, por exemplo, os gastos operacionais excessivos, o excesso de stock ou a qualidade deficitária de processos ou produtos (Taylor et al., 2013). O uso eficiente dos recursos a partir da minimização dos desperdícios é crucial para atingir os objetivos definidos pela organização, na medida em que se reduzem essas atividades que não acrescentam valor para a mesma. Tendo em conta que o objetivo das organizações deve ser o de produzir valor para o cliente, há que eliminar tudo o que não gera valor (*Muda*), evitar a variabilidade nos procedimentos da organização (*Mura*), tentando seguir um padrão constante e ainda evitar a sobrecarga nas atividades desenvolvidas (*Muri*) (Ballard et al., 2007).

Sendo também conhecida como Produção Magra, segundo Bayou & Korvin (2008), esta é uma estratégia para reduzir o *input* para atingir da melhor forma os objetivos da organização, produzindo um melhor *output*. Para conseguir reter todos os benefícios da metodologia, há que considerar os princípios da Criação de valor; Identificar cadeia de valor; Otimizar fluxo contínuo; Seguir um sistema pull; e Atingir perfeição.

Assim, seguindo este conjunto de princípios o termo “Toyota Way” o objetivo é de “desenvolver uma aprendizagem nas organizações através da constante reflexão e melhoria contínua”, em paralelismo com políticas Lean (Ballard et al., 2007).

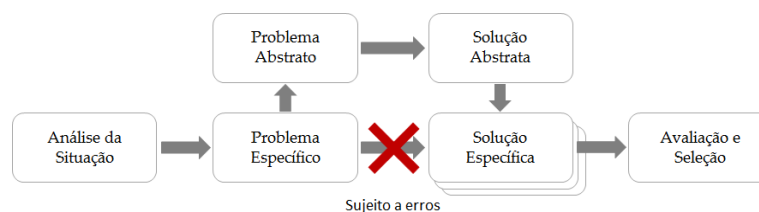
Já no que diz respeito ao *Six Sigma*, segundo Büyüközkan & Öztürkcan (2010), esta é uma metodologia com o objetivo de melhorar continuamente (Wheat et al., 2003) a qualidade dos processos, produtos ou serviços de uma determinada empresa, auxiliando a mesma a atingir os seus objetivos estratégicos de forma eficiente e sustentada. Segundo Brook (2010), existem muitas perspetivas e definições para o *Six Sigma*, sendo esta metodologia uma mudança de paradigma relativamente à filosofia de vida, como um padrão, para que só ocorram 3,4 defeitos por 1 milhão de análises, com uma taxa de sucesso de 99.9997%. Resumindo, no seu ponto de vista, é um “*data driven problem solving*”, ou seja, a resolução de problemas através da análise de dados. Outra interpretação mais abrangente do *Six Sigma* (Pyzdek, 2003), diz

que este termo é uma métrica, pois utiliza a medida sigma para medir o desempenho dos processos de negócio, uma metodologia, devido ao facto de utilizar vários métodos, técnicas e ferramentas científicas e um sistema de gestão, pela contribuição que tem na explicitação de objetivos e estratégias para os benefícios qualitativos da organização e enfoque no trabalho de equipa e satisfação das necessidades do cliente.

1.3. TRIZ

A metodologia TRIZ, do acrónimo russo “*Teoriya Resheniya Izobretatelskih Zadach*” que significa “Teoria Inventiva de Resolução de Problemas”, é considerada um conjunto de ferramentas, utilizada para a resolução de problemas e na ajuda escolha da decisão acertada, de uma forma inventiva e inovadora, substituindo o método de tentativa e erro não sistemática (Ruchti et al., 2001). Do ponto de vista prático, o TRIZ pode ser visto como um conjunto de ferramentas analíticas que permitem detetar contradições no sistema, formular e resolver problemas, a partir da mitigação dessas contradições. Assim, na maioria dos casos, o TRIZ cumpre com as etapas de definir o problema, resolver o problema e avaliar a solução, sendo que em cada uma delas, são utilizadas diversas ferramentas de suporte à sua implementação. Algumas das ferramentas seguem o princípio representado na Figura 1, segundo o qual, o processo de desenvolvimento de uma solução para um problema deve ser antecedido pela utilização do TRIZ para analisar o problema, construir um modelo e aplicar uma solução a partir de bases de dados TRIZ, para determinar possíveis direções de solução (Souchkov, 2007).

Figura 1 – Um dos princípios da metodologia TRIZ



Fonte: Adaptado de (Souchkov, 2007; Navas, 2013; Savransky, 2000)

Segundo Navas (2013), estas soluções são desenvolvidas, formalizando inicialmente o problema, identificando as contradições existentes para com o panorama ideal, procura-se exemplos de casos de sucesso na aplicação das mesmas soluções e posteriormente aplica-se ao caso em particular.

Para tal, é necessário dividir os problemas nos referidos níveis, consoante a gravidade dos mesmos (Navas, 2013).

1.4.DMAIC

DMAIC é uma metodologia lógica e muito de simples para resolução de problemas, utilizada quando um projeto é realizado para a melhoria de um produto, processos ou serviço (Pyzdek, 2003). Há que salientar o facto de ser necessário definir da melhor forma o âmbito e a constituição de um projeto, assim como a forma de como se trata o problema, para se poder definir uma solução adequada. Desta forma, segundo Juran, “*a problem scheduled for solution*” (Juran et al., 1988), ou seja, é necessária uma visão estruturada do problema, para se obter uma solução adequada para o mesmo. Se não houver rigor a definir o processo, não é possível medir o mesmo (Sokovic, et al., 2010). Desta forma, não há o suporte necessário para desenvolver as restantes etapas para a melhoria contínua do processo, e não são atingidas as metas qualitativas necessárias.

Contudo, há que referir que a metodologia tem de ser flexível, evitando a linearidade que torna os processos vulneráveis às mudanças (Sokovic, et al., 2010).

A sua implementação é executada de forma cíclica, sendo DMAIC um acrónimo (em inglês) de uma metodologia de cinco fases sequenciais, sendo elas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar).

—**Definir** - Nesta fase é necessário definir exatamente qual o problema que afeta o processo em estudo e quais são os objetivos a atingir na superação do mesmo, é definido o cliente, assim como as suas exigências e ligações para com o problema encontrado e são verificadas as condições para definir um *Projet Charter*.

—**Medir** - Esta é uma etapa de suporte, em que os processos são desenhados e definidas as métricas que permitem obter a perceção do estado atual do processo, e perceber qual o caminho a seguir pela organização, no desenvolvimento das possíveis melhorias.

—**Analisar** - Nesta fase, são identificados os fatores críticos que levam a que os processos, produtos ou serviços sejam executados de melhor forma possível e perceber quais são as causas de defeitos, os problemas de qualidade, as necessidades dos clientes e os níveis de ineficiência no processo, que motivaram o desenvolvimento do projeto (Montgomery et al., 2008).

—**Melhorar** - Esta é uma etapa de desenvolvimento, seleção e implementação das soluções mais benéficas (Brook et al., 2010), para que o processo seja melhor, com custos mais reduzidos ou mais rápido (Pyzdek, 2003).

—**Controlar** - Fase de monitorização da aplicação e efeitos das melhorias introduzidas no projeto, para garantir o bom funcionamento do mesmo (Brook et al., 2010).

2. Metodologia de Melhoria de Processo

Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a metodologia DMAIC como estrutura, sendo que em cada uma das suas etapas, foram utilizadas as metodologias *Lean*, *Six Sigma* e TRIZ, a partir da utilização das suas ferramentas.

Tendo em conta que o DMAIC é utilizado para a resolução de problemas, conciliou-se essa definição ao facto da metodologia *Lean*, *Six Sigma* e TRIZ terem o objetivo de eliminação de desperdícios. Ou seja, neste âmbito, considerou-se o desperdício como um problema, a ser solucionado pela implementação desta metodologia.

2.1. Estrutura do Modelo

O desenvolvimento do modelo de melhoria do processo foi estruturado segundo a metodologia DMAIC, sendo que em cada uma das etapas da mesma, foram utilizadas ferramentas de apoio com origem no *Lean*, *Six Sigma* e TRIZ. Assim sendo, a estrutura do modelo utilizada tem a seguinte estrutura:

Quadro 1 – Estrutura da metodologia utilizada

<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>C</i>
<i>Definir</i>	<i>Medir</i>	<i>Análise</i>	<i>Melhoria</i>	<i>Controlo</i>
<i>VOC e Modelo de Kano</i>	<i>Definição de KPI's</i>	<i>Mapeamento do Processo</i>	<i>Brainstorming</i>	<i>Plano de Auditoria</i>
<i>CTQ</i>	<i>Recolha de Dados</i>	<i>Diagrama de Pareto</i>	<i>Matriz de Prioridades</i>	<i>Controlo de KPI's</i>
<i>SIPOC</i>	<i>Nível Sigma</i>	<i>FMEA</i>	<i>Simulação</i>	<i>Matriz de Idealidade</i>
<i>Project Charter</i>		<i>Diagrama de Ishikawa</i>	<i>Análise Substância-Campo</i>	<i>Novo Nível Sigma</i>

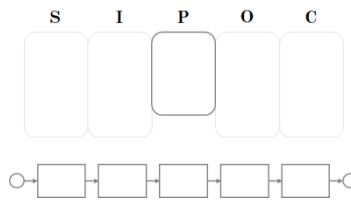
2.2. Definir

Para verificar as necessidades dos clientes é necessário fazer um levantamento das suas necessidades a partir das suas queixas, contacto direto, indireto ou fazer com que a organização seja o próprio cliente, para perceber a sua perspetiva. Se as suas necessidades não forem atingidas, significa que não foi possível atingir os padrões de Qualidade a que a organização se propôs. Para melhorar um processo, considera-se fulcral analisar os pontos determinantes para a ocorrência dos constrangimentos. Assim, os clientes do processo são abordados, para perceber quais as suas reais necessidades, para que o processo corresponda às suas expectativas a esse respeito, a partir de um questionário. As questões são divididas em perspetiva positiva (funcional) e negativa (disfuncional). Posteriormente, as suas respostas são compiladas e analisadas as mesmas segundo quatro atributos vitais para a perceção das suas exigências, sendo estes (Pyzdek, 2003):

- Atributo atrativo** – chave para a satisfação do cliente, contudo, por vezes é difícil perceber quais os reais “atrativos” do mesmo pois nem o próprio pode estar capaz de ter essa perceção, pois ainda não tiveram a oportunidade de as sentir;
- Atributo necessário** – atributo que pode gerar desconforto, se não for satisfeito, contudo, não é impulsionador de um aumento inesperado da satisfação do cliente. Ou seja, é um atributo que tem de estar presente, mas não cria satisfação extra;
- Atributo unidimensional** – atributo responsável por uma satisfação crescente quanto maior a sua quantidade no produto ou serviço;
- Indiferente** – o cliente não tem preferência.

Em seguida é dada maior importância àqueles que são mais benéficos para a organização, dividindo cada atributo, com uma especificação, segundo o CTQ (*Critical to Quality Tree*), de forma a estruturar e agregar as análises decorrentes do VOC e do Modelo de Kano. Após perceber quais os atributos fulcrais no processo, na perspetiva do cliente, é útil definir qual é a sequência de atividades que compõe o processo, assim como clarificar informações relativamente a Fornecedores do processo, *Input's*, nome do processo, *Output's* e Clientes do processo, estruturando o SIPOC, como representado na Figura 2.

Desta forma, depois de definido o SIPOC do processo, é desenvolvido um documento que explicita a estrutura do projeto, sendo que só a partir da consolidação e interpretação das características do processo é que é possível definir uma estrutura de plano de trabalho.

Figura 2 – SIPOC do processo

Para finalizar esta etapa, é desenvolvido o Project Charter, utilizado para estruturar as ordens de trabalho, definindo uma equipa de trabalho, a sua estrutura, funções e as responsabilidades que serão incididas em cada um dos intervenientes (Brook et al., 2010). É preponderante numa fase inicial de reestruturação dos processos, sendo que cada elemento da equipa ocupa funções e responsabilidades específicas, em requisitos particulares. Este documento é então sectionado em diferentes temas, abordado o Nome do Projeto, a Estrutura da Equipa e suas Responsabilidades, Definição do Problema em estudo, clarificação do Objetivo do projeto, refere-se quais os Custos associados ao Problema, quais o Requisitos do Cliente a cumprir e desenvolvido um Plano de Trabalho.

2.3.Medir

Numa fase inicial da segunda etapa da metodologia DMAIC, é preciso medir exatamente quais os KPI's fundamentais para a caracterização, análise e intervenção no processo, com o intuito de desenvolver procedimentos de melhoria contínua do mesmo. A definição dos KPI's ajuda a analisar o processo e medir os problemas relativos ao desempenho do processo atual, relativamente a vertentes como o Tempo de Processamento; o Takt Time; o Tempo de Espera; o Número de Operadores no processo; os Recursos em Stock, em Espera e em Processamento; Identificar as Atividades que Acrescentam Valor ao processo e as que Não Acrescentam Valor.

A análise e o alinhamento dos KPI's leva à determinação deste outro indicador de avaliação de eficiência, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Este parâmetro é calculado a partir do produto entre a razão da utilidade atual e a planeada, o output atual e o previsto e a produção de qualidade e a total. Este reflete a performance do processo, combinando as diversas perspetivas relativas a diferentes métricas, analisando fatores de segurança, desempenho e qualidade, sendo que quanto mais próximo o valor de OEE estiver de 100%, mais provável é que a organização consiga atingir as necessidades do cliente. Esta análise é decorrente da recolha dos dados do processo em estudo, que permitem verificar os defeitos e a consequente

qualidade dos mesmos. Posteriormente é feita a medição do Nível Sigma, crucial para perceber o rendimento e os níveis de eficiência apresentados pelos processos de uma organização, e desenvolvida a análise de performances com o objetivo de reduzir a variabilidade existente, uniformizando os indicadores o mais possível, mesmo que sejam de processos diferentes, para melhorar a capacidade de análise e *performance* do processo (Requeijo et al., 2009).

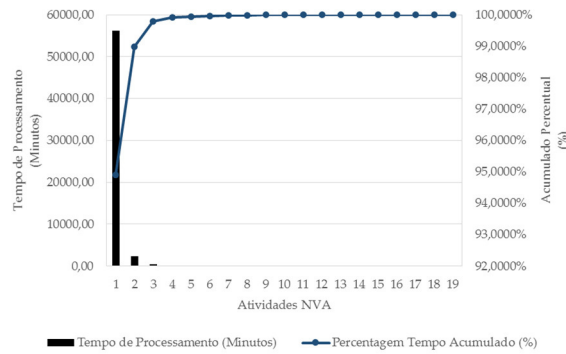
Para que se consiga determinar o Nível Sigma é necessário a utilização de algumas métricas como D (Número de defeitos ou não conformidades); O (Número de oportunidades para defeito por unidade); U (Número total de unidades utilizadas em estudo); DPU (Defeito por unidade); DPO (Defeito por oportunidade); e DMPO (Defeitos por milhão de oportunidade). Numa fase inicial é então necessário determinar o TOP, pelo produto entre U e O. Posteriormente, determina-se o DPU, pela razão entre D e U, e de seguida o DPO pela razão entre D e TOP. Finalmente é calculado o DMPO, pelo produto de DPO e 10^6 . Assim, a partir do valor determinado, é verificado na tabela de comparação do DPMO com o sigma (σ), qual o valor de sigma.

2.4. Analisar

Inicialmente, pelo mapeamento do “As is” do processo, pode-se verificar como é o comportamento do fluxo do processo, tendo em conta diversas métricas. A observação do comportamento do processo e o seu mapeamento, faz com que os intervenientes tenham a possibilidade de desenvolver uma análise mais detalhada do processo, tendo a possibilidade de verificar quais as atividades que são processadas de forma adequada, e quais as que criam valor para a organização. Depois do mapeamento, verificadas as principais métricas e características do processo, determina-se as causas dos constrangimentos do fluxo do processo, a partir do Diagrama de Pareto. Este procedimento ajuda a identificar as atividades causadoras dos problemas identificados no processo, a partir da deteção dos 20% de causas, que dão origem a 80% dos problemas sentidos. Por opção, aconselha-se a utilização de atividades que não criam valor para o processo, para desenvolver estas análises, pois em alguns casos, têm maior flexibilidade para a serem modificadas pela organização, a partir da análise de potenciais melhorias, pela menor relevância que podem ter no desempenho do processo, na ótica do cliente. Contudo, não se pode generalizar esta análise. Há que salientar o facto de a maioria das intervenções que visam melhorar os processos de uma organização incidem em procedimentos que já estão a ser bem executam ou que criam valor para a organização. A

parte promissora da melhoria dos processos, está na melhoria das atividades que não criam valor, e naquelas atividades que a organização, não considera relevantes.

Figura 3 – Exemplo de Diagrama de Pareto



Assim, num Diagrama de Pareto semelhante ao exemplo, na Figura 3, identifica-se que a atividade com maior influência, neste caso, no Tempo de Processamento Total, é a atividade 1. São essas atividades, com maior influência negativa que a organização deve intervir. Para consolidar a escolha do ponto de intervenção, é vantajosa a utilização do FMEA, para averiguar se de facto é importante intervir neste ponto, determinando quais as falhas do processo que eram de resolução prioritárias. O objetivo é testar a convergência dos dois pontos de vista. Ou seja, verificar se a atividade considerada crítica pelo Diagrama de Pareto, possuía uma falha de prioritária resolução, e dessa forma, consolidar a escolha dessa atividade como sendo fundamental para a resolução dos constrangimentos e para o desenvolvimento do processo.

Quadro 2 – Estrutura do FMEA

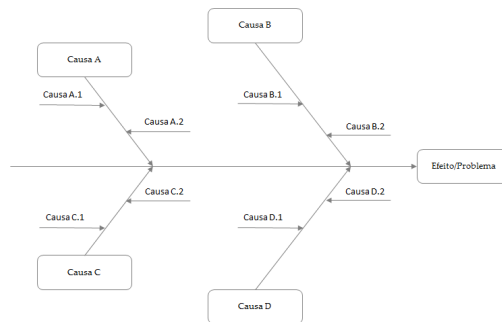
Passo do Processo	Modo de Falha Potencial	S E V	Causas Potenciais da Falha	O C O R	Controlos Atuais	D E T	R P N
-------------------	-------------------------	-------------	----------------------------	------------------	------------------	-------------	-------------

$$RPN = SEV * OCOR * DET$$

Assim, seguindo uma estrutura como a apresentada no Quadro 2, a partir da análise da cada uma das falhas do projeto, verifica-se o modo como estas acontecem, a sua sequência, as causas do seu aparecimento e quais são os controlos que atualmente são desenvolvidos para minimizar a mesma. Posteriormente, a partir do produto entre os vários parâmetros SEV,

OCOR e DET, é determinada qual a falha com risco prioritário. Posteriormente, recorrendo a sessões de *brainstorming*, é desenvolvido o Diagrama de Ishikawa, como o representado na Figura 4, para confirmar as causas de falhas, verificadas no FMEA. Depois de uma análise, é selecionada a causa da falha, e a organização pode intervir diretamente na mesma, para que o processo se desenvolva de uma forma correta, já sem o respetivo erro.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa



2.5.Melhorar

Para selecionar as medidas a solucionar decorrentes da Análise do processo, há a necessidade de desenvolver um brainstorming para que se procedesse ao desenvolvimento de uma priorização das soluções encontradas, para as falhas do processo. Em primeira instância é desenvolvido um sistema de votos com os colaboradores com o intuito de avaliar cada critério consoante o que estes achavam que era mais importante para o processo, utilizando valores de 0 a 100. No fim da ponderação, a soma das classificações atribuídas tinha de atingir o valor 100, como é perceptível no Quadro 3.

Quadro 3 – Avaliação dos critérios de avaliação

	<i>Critério 1</i>	<i>Critério n</i>	
Colaborador 1	<i>X</i>	<i>X'</i>	<i>100</i>
Colaborador n	<i>Y</i>	<i>Y'</i>	<i>100</i>
	<i>X+Y</i>	<i>X'+Y'</i>	<i>100*n</i>

A partir da análise do Quadro 3, fica claro as principais preocupações dos colaboradores para a escolha dos critérios de avaliação.

Assim sendo, é possível determinar a ponderação de cada um dos critérios, e posteriormente, utilizar a mesma, para determinar um Ponderação Final das soluções, com o intuito de verificar qual seria a mais vantajosa a ser aplicada, como é possível observar no Quadro 4.

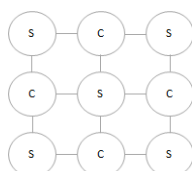
Quadro 4 – Matriz de prioridades

	<i>Critério 1</i>	<i>Critério n</i>	<i>Ponderação Final</i>	<i>Ranking</i>
<i>Ponderação</i>	$(X+Y)/(100*n)$	$(X'+Y')/(100*n)$		
<i>Solução 1</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$a*[(X+Y)/(100*n)]+b*[(X'+Y')/(100*n)]$...
<i>Solução n</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	$c*[(X+Y)/(100*n)]+d*[(X'+Y')/(100*n)]$...

A solução selecionada pela organização será aquela que apresentar um melhor *Ranking*, ou seja, aquele que tiver um valor de Ponderação Final mais elevado. Por outro lado, continua a ser vantajoso considerar a análise de mais alguns das soluções verificadas, para observar se os benefícios não são meramente resultado das necessidades do cliente e da perspectiva dos colaboradores, mas se têm uma boa relação benefício-custo. Para tal, o recurso da Simulação torna-se bastante útil. A partir das várias soluções consideradas, são desenvolvidos os respectivos cenários, a partir do processo previamente mapeado, sendo feita uma comparação dos cenários.

Uma outra forma de resolver os problemas e desenvolver modelos funcionais, é utilizando a Análise Substância-Campo. Segundo Navas (2011), nesta ferramenta, os sistemas são representados por triângulos, em que os seus vértices representam “Substâncias”(S), ou seja, objetos, ferramenta, componentes, etc. Já a interação que existe entre ambas é considerado como o “Campo” (C), que representa as ações ou interações entre substâncias. Assim, um sistema ou um processo, pode ser representado como demonstra a Figura 5, em que a soma de diversos triângulos, traduz-se posteriormente em um processo completo.

Figura 5 – Processo a partir da ferramenta Substância-Campo



Fonte: Adaptado de (Belski, 2011)

As soluções determinadas decorrem de efeitos de atividade para atividade que não acontecem, sendo necessário adicionar um elemento C ou um outro elemento S para que o processo

continue a sua linearidade. Os problemas podem ainda ser decorrentes de efeitos que existem, mas que são prejudiciais para a organização, sendo necessário adicionar um outro (C ou S) que invalide o efeito anteriormente sentido. Por outro lado, pode haver um efeito que não é o desejado, e aí, a organização tem como objetivo, ou adicionar formas de abafar o efeito ou simplesmente adicionar um que complemente o efeito atual, e que resulte num processo ideal para a organização.

2.6. Controlar

Depois de aplicadas as melhorias no processo, é necessário consolidar a sua implementação. É nessa medida que surge a última etapa Controlar. Esta assegura que as soluções aplicadas se mantêm no processo, em que o objetivo é que essas medidas se tornem implícitas ao mesmo. Dessa forma, é crucial desenvolver um Plano de Auditoria, em que são estruturas detalhadamente tarefas, datas, os âmbitos das tarefas a desenvolver, ou seja, em que circunstâncias é que é necessário intervir no processo, e quem são os responsáveis pela execução da mesma.

Assim, nestas auditorias, são observados os KPI's do processo, e desenvolvida uma monitorização dos seus valores. No seguimento, são também verificados os níveis de eficiência do processo, a partir da determinação dos níveis sigma, para que seja mais explícito se houve alterações no processo, que fosse importante registar. Para identificar as interações que ocorrem entre os requisitos técnicos, e identificar aquelas que são positivas e negativas (Navas, 2013), pode usar a Matriz de Idealidade. Esta visa refletir sobre o resultado final ideal, na resolução de um problema, sendo um dos focos em que a metodologia TRIZ se direciona. Desta forma também é possível monitorizar melhorias aplicadas no projeto, verificar se as práticas implementadas são executadas como indicado, controlar riscos, garantir benefícios, e garantir que o processo de melhoria finaliza. Numa matriz são listados os requisitos do cliente, e são executadas comparações entre os mesmos. São verificados quais os pontos negativos e positivos na interação entre os requisitos, e é determinada a relação existente entre os pontos benéficos e o total de requisitos considerados. Quanto mais próximo de 1 melhor. Quanto mais afastado estiver, significa que existem pontos do processo que têm de voltar a ser melhorados.

3. Conclusões

Num processo de melhoria de processos, há que salientar a complementaridade existente entre a metodologia DMAIC, e a utilização de ferramentas *Lean*, *Six Sigma* e TRIZ. Cada uma destas tem um papel fundamental na consolidação dos níveis de eficiência dos processos de uma organização, devido ao seu suporte e versatilidade, na criação de valor.

A metodologia *Lean* e a sua importância na determinação das necessidades do cliente, é importante para estruturar todo um plano de medição e análise dos processos, pois estipulada os parâmetros a serem analisados e auxilia no processo de mapeamento, necessário para uma análise cuidada e rigorosa de todos os pormenores, cruciais para criar fluidez ao processo. O mesmo acontece com a utilização de métodos *Six Sigma*, sendo importante para análises mais detalhadas, relativamente aos níveis de eficiência do processo, e para a observação de parâmetros mais estatísticos, ideal para a utilização de um grande volume de dados, preponderante na integração e sustentação dos mesmos. Já o TRIZ, surge da crescente necessidade de inovar devido ao desenvolvimento tecnológico dos mercados, sendo um método de resolução de problemas inovador, que permite observar o processo de outra perspetiva, criando soluções criativas e de forma sistemática. Torna-se assim uma metodologia bastante útil para consolidar as soluções determinadas com os outros métodos, pela forma como consegue consolidar os métodos de melhoria de processos desenvolvidos e suportar a monitorização dos mesmos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa (UNL), à Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial (UNIDEMI) e à Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia (FCT) pelo apoio dado ao trabalho de investigação através do Projeto Estratégico PEst-OE/EME/UI0667/2011.

Referências Bibliográficas

Ballard, G., Liu, M., Kim, Y. e Jang, J. (2007). *Roadmap for lean implementation at the project level*. The Construction Industry Institute, 1–409. Acedido em: http://www.researchgate.net/publication/232322523_Roadmap_for_Lean_Implementation_at_the_Project_Level/file/60b7d52011d137218e.pdf

- Bayou, M.E. e Korvin, A. (2008). Measuring the leanness of manufacturing systems-A case study of Ford Motor Company and General Motors. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 25(4), 287–304.
- Belski, I. (2011). TRIZ course enhances thinking and problem solving skills of engineering students. *Procedia Engineering*, 9, 450–460. doi:10.1016/j.proeng.2011.03.133.
- Black, S. e Porter, L.J. (1996). Identification of the Critical Factors of TQM. *Decision Sciences*, 27(1), 1–21.
- Brook, Q. (2010). *Lean Six Sigma and Minitab: The Complete Toolbok Guide for all Lean Six Sigma Practitioners*, Opex Resources Ltd.
- Büyükközkcan, G. e Öztürkcan, D. (2010). An integrated analytic approach for Six Sigma project selection. *Expert Systems with Applications*, 37(8), 5835–5847.
- Dudin, M.N., Frolova, E.E., Gryzunova, N.V. e Shuvalova, E.B. (2014). The Deming Cycle (PDCA) Concept as an Efficient Tool for Continuous Quality Improvement in the Agribusiness. *Asian Social Science*, 11(1), 239–246
- Hoffer, A. (2003). BPM antidote to inefficiency. *Workflow Automation*, 40-43, Janeiro, Health Management Technology.
- Juran, J.M. e Gryna, F.M. (1998). *Juran's Quality Control Handbook*, McGrawHill, doi:10.1108/09684879310045286.
- Montgomery, D.C. e Woodall, W.H. (2008). An overview of six sigma. *International Statistical Review*, 76(3), 329–346.
- Navas, H. (2013). *TRIZ: design problem solving with systematic innovation – Advances in industrial design engineering*, Intech, 75-97, doi:10.5772/55979.
- Navas, H. (2014). Fundamentos do TRIZ Parte VIII – Modelo Substância-Campo, Grupo Editorial Vida Económica, *Inovação e Empreendedorismo*, nº57, 3.
- Pourshahid, A., Amyot, D., Peyton, L., Ghanavati, S., Chen, P., Weiss, M. e Forster, A. J. (2009). Business process management with the user requirements notation. *Electronic Commerce Research*, 9(4), 269–316.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook: a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels*. McGraw-Hill, doi:10.1036/0071415963.
- Qumer, A. e Henderson-Sellers, B. (2007). Measuring agility and adoptability of agile methods : a 4-dimensional analytical tool. *Proceedings of IADIS International Conference Applied Computing 2006*, 503–507.
- Requeijo, J & Pereira, Zulema (2009), *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*, FCT-UNL, 2nd Edition.
- Savransky, S. D. (2000). *Engineering of Creativity - Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. CRC Press. Boca Raton. USA.
- Sokovic, M., Pavletic, D. e Pipan, K. (2010). Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476–483.
- Souchkov, V. (2007). Breakthrough thinking with TRIZ for business and management: An overview. *ICG Training & Consulting*, March, 2007.
- Taylor, P., Rahman, A. e Karim, A. (2013). International Journal of Management Science and Engineering Management Application of lean production to reducing operational waste in a tile manufacturing process. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, February, 2015, 37–41.
- Wahab, A.N., Mukhtar, M. e Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(Iceei), 1292–1298.
- Wheat, B., Mills, C. e Carnell, M. (2003). *Leaning Into Six Sigma: A Parable of the Journey to Six Sigma and a Lean Enterprise*, McGraw-Hill.
- Zoet, M., Versendaal, J., Ravesteyn, P. e Welke, R. (2011). Alignment of Business Process Management and Business Rules, *ECIS 2011 Proceedings*, Paper 34.

Curriculum Vitae:

David Vilamariz é recém-formado Mestre em Engenharia e Gestão Industrial pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa. A Dissertação de Mestrado foi desenvolvida no âmbito de um estágio curricular na Direção de Organização e Desenvolvimento da EDP-Distribuição. Atualmente é estagiário na Área de Contratação e *Switching* da EDP- Soluções Comerciais.

Helena V. G. Navas é Professora do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa e Investigadora do UNIDEMI - Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial. Representante da APQ na Comissão Técnica de Normalização em Atividades de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI). É investigadora, consultora e formadora em Inovação, Inovação Sistemática e TRIZ.

V. Cruz Machado é Professor Catedrático, Presidente do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Coordenador do UNIDEMI - Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial, Presidente do IPEI - Instituto Português de Engenharia Industrial. É investigador, consultor e formador em *Lean, Lean thinking & philosophy, Lean Management, Lean Supply Chain Management, Lean & Green Systems, Strategy deployment & Honshi Kanri*.

Authors Profiles:

David Vilamariz is newly graduated Master of Industrial Engineering and Management from the Faculty of Science and Technology of Universidade NOVA de Lisboa. His Master's Thesis was developed under a traineeship in Organization Management and Development Area of the EDP - Distribution. It is currently an intern at Contracting and Switching Area of the EDP - Commercial Solutions.

Helena V. G. Navas is Professor of Department of Mechanical and Industrial Engineering, Faculty of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa and Researcher in UNIDEMI - Unit for Research and Development in Mechanical and Industrial Engineering. APC representative on the Technical Standardization Committee on Research Activities, Development and Innovation (RDI). She is a researcher, consultant and trainer in Innovation, Systematic Innovation and TRIZ.

V. Cruz Machado is Full Professor, President of the Department of Mechanical and Industrial Engineering, Faculty of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa, Coordinator of UNIDEMI - Unit for Research and Development in Mechanical and Industrial Engineering, President of IPEI - Portuguese Institute of Industrial Engineering. He is researcher, consultant and trainer in *Lean, Lean thinking & philosophy, Lean Management, Lean Supply Chain Management, Lean & Green Systems, Strategy Deployment & Honshi Kanri*.