DETERMINAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE COM BASE NA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Andreia Viero
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco
Via do Conhecimento, km 1
andreiaviero@hotmail.com

Flavio Trojan
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa
Rua Monteiro Lobato, s/n km 4
trojan@utfpr.edu.br

RESUMO

As ferramentas da qualidade atualmente conhecidas têm sido largamente utilizadas nas empresas com o intuito de gerenciar os problemas relacionados à qualidade de produtos e processos. Esse artigo tem por objetivo apresentar um modelo para o uso de ferramentas da qualidade na resolução e gerenciamento de problemas nos processos produtivos, baseado em análise multicritério. Para isso foram realizadas revisões bibliográficas sobre características intrínsecas das principais ferramentas da qualidade conhecidas e a análise multicritério para a definição de critérios de enquadramento do problema, a fim de interconectar a ferramenta mais adequada a ser utilizada. Os resultados encontrados a partir de um experimento numérico desenvolvido com o modelo apontam para a possibilidade de um direcionamento para o uso de ferramentas mais adequadas a cada problema, considerando assim múltiplos critérios na avaliação. Conclui-se assim que o trabalho pode contribuir no gerenciamento da qualidade com a escolha da ferramenta correta para cada caso específico.

PALAVRAS CHAVE: Ferramentas da Qualidade, Análise Multicritério, Problemática de alocação.

Tópicos do artigo: (ADM - Apoio à Decisão Multicritério; AD&GP - PO na Administração & Gestão da Produção)

ABSTRACT

The quality tools currently known have been widely used by companies in order to manage the problems related to the quality of products and processes. This article aims to present a model for the use of quality tools in the resolution and management problems in production processes, based on multi-criteria analysis. For this literature reviews were performed on intrinsic characteristics of the main tools of known quality and multi-criteria analysis to define the problem underlying criteria in order to interconnect the most appropriate tool to be used. The results from a numerical experiment carried out with the model point to the possibility of a shift to using more appropriate tools for each problem, thereby considering multiple criteria for evaluation. It is concluded that the work can contribute to the quality management with choosing the right tool for each particular case.

KEYWORDS: Quality tools, Multi-criteria Analysis, Problematic of sorting

Paper topics: (ADM – Multi-criteria Decision Support; AD & GP - OR in Administration & Production Management)

1. Introdução

Nas últimas décadas, o aprimoramento e o crescimento do uso das ferramentas voltadas para a gestão da qualidade nas organizações tem se destacado, como maneira de alcançar a competitividade e melhoria continua frente ao dinamismo existente no mercado mundial (SILVA, 2015). Assim, a qualidade tem se tornado um fator determinante para o aumento da competitividade nas empresas de modo geral, não sendo somente uma particularidade do setor produtivo, mas de toda a organização, inclusive com envolvimento da alta administração e programas de treinamento para que as pessoas possam solucionar os problemas relacionados à qualidade. (DEMING, 1990). Juran (1991) estipulou três processos básicos para estabelecer um sistema da qualidade que são planejamento da qualidade, controle da qualidade e aprimoramento da qualidade, cujas premissas estão condicionadas a criar um produto ou processo capaz de atender as metas estipuladas, eliminar os desperdícios e proporcionar o aprimoramento contínuo.

Para Gobis e Campanatti (2012), nas últimas décadas, o conceito de gestão de qualidade conquistou a admiração do mundo por demonstrar os aspectos relacionados à menor divisão do trabalho, maior diferenciação das atividades, maior conhecimento global dos objetivos da empresa, mais educação e mais participação nas decisões.

A respeito da tomada de decisão, Nunes Júnior (2006), afirmou que a tomada de decisão faz parte da vida cotidiana, com possibilidades mais simples ou mais complexas, levando a escolher não somente alternativas, mas também abordagens, pesos e medidas diferentes para cada caso, dentro de um universo com fatores múltiplos, direta ou indiretamente relacionados.

A abordagem multicritério pode ser caracterizada como uma metodologia que tem por objetivo possibilitar a tomada de decisão a partir de um problema, no qual, as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios que podem ser conflitantes. Com isso, esse método não apresenta a solução ideal, mas dentre as alternativas existentes, a mais coerente.

O estudo justifica-se, pois, a partir da utilização dos sistemas de qualidade, os mesmos condicionam às empresas vários benefícios como planejar o desenvolvimento de produtos e processos, e diminuindo desperdícios, seja de material ou tempo, além de possibilitar aos gestores uma visão mais clara da organização para uma tomada de decisão mais assertiva.

A abordagem metodológica foi construída através da utilização da análise multicritério envolvendo as questões relativas aos usos e problemáticas que caracterizam a utilização das ferramentas da qualidade em algum nível da aplicação. Assim, através dessa análise um modelo foi proposto e uma aplicação numérica, desenvolvida com o intuito de testar as etapas do modelo e o método de classificação sugerido.

Diante desse contexto, pretende-se responder ao seguinte problema de pesquisa: quais ferramentas da qualidade são mais apropriadas para determinados problemas de produtos ou processos, levando-se em consideração múltiplos pontos de vistas ou critérios? Com o propósito de responder esse questionamento, tem-se como objetivo de pesquisa analisar de forma a atender o melhor compromisso com os critérios para a utilização de uma ou mais ferramentas da qualidade, considerando suas características específicas de resolução de problemas.

2. Revisão da Literatura

Dos autores que conceituam qualidade, alguns procuram abordar os conceitos com o enfoque no sistema produtivo, outros procuram direcionar para uma aplicação na empresa de forma mais global. O que todos têm em comum é o conceito de que a qualidade possibilita que a empresa seja mais competitiva, sendo que para atingir essa competitividade a empresa precisa ser assertiva nas suas decisões.

Para estabelecer um sistema de qualidade, Juran (1991) mencionou que são necessários três processos básicos: planejamento da qualidade, controle da qualidade e aprimoramento da qualidade. Nesse sistema, a ênfase está no controle dos custos relacionados com a qualidade,

tanto no nível de produtos quanto ao nível de controle da empresa. Com isso, o nível de controle da organização deve ser escolhido observando a relação custo-benefício.

Feigenbaum (1994) definiu qualidade como um sistema voltado para o desenvolvimento, a manutenção e o aprimoramento dos vários grupos em uma organização, com o objetivo de capacitar os departamentos a atender plenamente as necessidades dos clientes da maneira mais econômica. O foco desse conceito está na organização e sistematização para alcançar os objetivos da qualidade, através do uso de manuais, normas e procedimentos operacionais a fim de evitar as não conformidades.

Deming (1990) estruturou seus estudos sobre a importância da qualidade como fator de competitividade nas empresas. O autor estabeleceu um conjunto de catorze pontos que serviram como base para o programa de gestão da qualidade, assim atingido o controle em cada ponto toda a organização está sob controle.

A qualidade de uma empresa não pode ser medida apenas pelos de seus produtos finais, pois, de acordo com Crosby (1991), a qualidade das organizações deve ser a soma das qualidades obtidas nas diversas atividades empresariais, sendo de responsabilidade da alta administração, promover a motivação para organizar ações que favoreçam os assuntos relacionados à qualidade.

A visão expressa pelos conceitos de Ishikawa (1985) preconiza que o papel de destaque da qualidade é proporcionar visibilidade ao papel do consumidor e de sua satisfação, ou seja, qualidade também significa atender as necessidades dos clientes.

Embora sejam diversas as abordagens, é correto afirmar que: a sobrevivência das empresas frente à globalização, a alta competitividade, exige que as empresas estejam comprometidas com a evolução e melhoria nos seus produtos e processos.

Diante disso, a gestão da qualidade possui três abordagens dominantes: a) conceitual: promovida por diversos estudiosos e profissionais; b) por prêmios: que inclui vários prêmios da qualidade e os prêmios de excelência em negócios; c) baseada em padrões: nos quais se destaca a ISO 9000 (PAULISTA *et al*., 2013).

Em resumo, utilizar ferramentas que melhorem a qualidade dos processos e produtos é vantajoso para as empresas que necessitam ampliar mercados ou até mesmo sobreviver em um mercado competitivo.

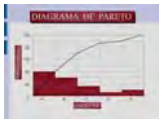
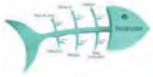
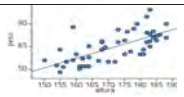
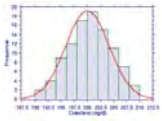
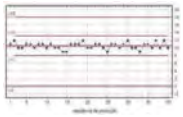
2.1 Ferramentas da Qualidade

A denominação 5S, elaborada por Ishikawa nos anos 50, foi uma das primeiras ferramentas desenvolvidas para melhorar a qualidade de produtos e processos e é derivada de cinco atividades iniciadas pela letra “S”, quando nomeadas em japonês. São elas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Elas significam os sensos que devem ser aplicados; senso de utilização, organização, limpeza, saúde e higiene e disciplina. A filosofia japonesa dos 5S pode ser incluída como uma prática de gestão, pois, favorece a empresa como um todo contribuindo com a qualidade e melhoria contínua do ambiente, bem como, proporciona a redução de custos. Andrade (2013) incorporou em sua pesquisa, diferentes ferramentas de gestão da qualidade de caráter conceitual, dentre elas: o ciclo PDCA, Seis Sigma, o conceito MEG, 5S, ISO 9001. Silva e Sartori (2014) aplicaram no seu estudo o conceito do PDCA (desenvolvido por Deming) de acordo com a abordagem de Falconi, no qual estão incluídos como ferramentas da qualidade: Estratificação, Folha de verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito (Ishikawa), Histograma e 5W2H. Marques e Monteiro (2014) citam o brainstorming como um método relevante no levantamento de hipóteses e para favorecer o fluxo de ideias.

A partir da contextualização apresentada percebe-se que para alcançar a qualidade é necessário sistematizar a empresa, a fim de padronizá-la observando sempre a relação custo-benefício, pois, ao atingir a qualidade em todos os departamentos da organização, essa qualidade será refletida nos produtos, serviços e informações, bem como, em competividade pelo favorecimento na tomada de decisão.

O quadro 1 apresenta algumas das principais ferramentas da qualidade citadas na literatura e mais comumente aplicadas nas empresas, seus conceitos e funções:

Quadro 1: Ferramentas da qualidade mais utilizadas

FERRAMENTAS	CARACTERÍSTICAS	FUNÇÃO	SIMBOLOGIA VISUAL
FOLHA DE VERIFICAÇÃO	Planilha para coleta de dados	Facilitar a coleta de dados pertinentes a um problema	
DIAGRAMA DE PARETO	Diagrama de barras que ordena ocorrências da maior para a menor importância	Identificar ocorrências vitais	
DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	Estrutura gráfica que expressa as causas e efeitos de um problema	Identificar as potenciais causas e efeitos	
DIAGRAMA DE DISPERSÃO	Gráfico cartesiano que representa a relação de duas variáveis	Verificar a possível correlação entre duas variáveis	
HISTOGRAMA	Diagrama de barras que representa a distribuição de frequências dos dados de uma população	Verificar o comportamento do processo em relação às especificações	
FLUXOGRAMA	Representação dos fluxos que permitem a visão global do processo por onde passa o produto	Verificar limites e atividades pertinentes a cada etapa do processo	
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)	Gráfico que apresenta os limites para monitoramento de processos	Verificar se o processo está controlado	
BRAINSTORMING	Conjunto de ideias criadas por membros de uma equipe com avanços para a busca de soluções	Ampliar a quantidade de opções analisadas	
5 W 2 H	Documento organizado para identificar ações e responsabilidades	Planejar as ações e executores no decorrer do trabalho	

As assim nomeadas “ferramentas da qualidade” podem variar em quantidade e tipos de abordagens (mais qualitativas ou mais quantitativas). Os autores e desenvolvedores dessas metodologias as construíram normalmente para casos específicos e, com o tempo percebeu-se que elas poderiam ser utilizadas em vários setores e departamentos dentro das empresas.

Esse trabalho aborda algumas das principais e mais utilizadas ferramentas da qualidade para apresentar a concepção de um modelo com uma abordagem multicritério de decisão, visando melhorar o processo de escolha dessas ferramentas, alinhando-as com as características dos problemas a serem resolvidos por elas.

A decisão multicritério é um processo interativo e estruturado nas seguintes etapas: a) identificação dos decisores; b) definição das alternativas; c) definição dos critérios relevantes para o problema de decisão; d) avaliação das alternativas em relação aos critérios; e) determinação da importância dos critérios; f) realização da análise de cada alternativa; g) análise global do conjunto de alternativas; h) elaboração das recomendações a serem seguidas. (LONGARAY *et al.*, 2014).

De acordo com Silva (2015), o processo da metodologia de decisão multicritério tem influência dos seguintes agentes:

1. Decisores: indivíduo a quem o processo decisório se destina e tem a responsabilidade das consequências desse processo. São os decisores que influenciam diretamente no processo de decisão, pois, representam as relações entre a problemática estabelecida e seu juízo de valor sobre a situação. Essa análise pode ser modificada a qualquer tempo, devido ao dinamismo dessas relações.

2. Facilitador: líder experiente que foca a sua atenção na solução do problema, coordenando os pontos de vista do decisor, por meio de uma postura neutra no processo decisório para não interferir no julgamento. Tem por objetivo esclarecer e coordenar o processo de avaliação referente à tomada de decisão.

3. Analista: responsável por realizar a análise, auxiliar o facilitador e o decisor na formulação do problema, identificação dos fatores que influenciam na evolução e solução do problema.

A análise multicritério permite a avaliação, comparação e seleção da melhor alternativa com o objetivo de determinar os índices da avaliação numérica, que são a medida utilizada para atender a solução do problema estabelecido, desta forma a seleção do critérios de avaliação torna-se a tarefa que exige maior complexidade (GENEROWICZ *et al.*, 2011). O quadro 2 destaca algumas das abordagens conhecidas da análise multicritério.

Quadro 2: Abordagens do método de apoio à decisão

Teoria da Utilidade Multiatributo ou do Critério Único de Sintese	As preferências do decisor por determinada alternativa são agregadas em um valor de utilidade único mesurado de uma forma aditiva, ou seja, é gerado um *score* de cada alternativa com base no desempenho sendo que as alternativas melhor avaliadas são as que obtiverem o melhor *score*. Métodos desta abordagem: MAUT, SMART, TOPSIS, AHP.
Sobreclassificação ou Subordinação	Através de uma comparação par a par, verifica-se qual alternativa é superior em cada critério, estabelecendo-se uma relação de superação no confronto entre as alternativas, sendo melhor avaliada aquela que apresentar superioridade na maioria dos critérios. O objetivo é a construção de relações binárias que representem as preferências do decisor com base na informação disponível entre critérios, neste caso, não se obtém um *score* das alternativas mediante seu desempenho em cada critério. Métodos desta abordagem: ELECTRE, PROMETHÉE.
Métodos Interativos	O desenvolvimento deriva-se da *Multi-objective Linear Programming* (MOLP), cujo método se caracteriza por possuir passos computacionais e serem interativos. Os métodos da MOLP buscam uma alternativa que seja claramente superior em todos os objetivos estabelecidos, utilizando a agregação das preferências dos decisores e cálculos matemáticos, interativos e sucessivos na avaliação destas soluções. Métodos desta abordagem: STEM, TRIMAP, ICW, PARETO RACE.

Fonte: Adaptado de Guarnieri, 2015

Dos modelos desenvolvidos, o AHP (*Analisys Hierarchi Process*) foi introduzido pela primeira vez em 1980 por Thomas L. Saaty e tem sido utilizado em vários campos, como as ciências sociais e planejamento, por isso, muitos pesquisadores utilizam o AHP para encontrar o peso dos critérios (AKDAG *et al.*, 2014).

Para Cinelli (2014), o processo padrão para construir uma análise a partir do AHP, requer a identificação de um conjunto de alternativas e uma hierarquia de critérios de avaliação, seguido de comparações de pares para avaliar alternativas e o desempenho entre critérios (*score*). Assim,

todos os pesos das alternativas são comparados e pontuados de acordo com um escala de preferência de 1 a 9.

O método TOPSIS foi apresentado por Hwang e estudos de Yoon, sendo conhecido como um método de tomada de decisão que parte de um pressuposto que a melhor alternativa deve ter a distância mais curta entre a solução ideal positiva e a maior distância a partir da solução ideal negativa. (AKDAG *et al.*, 2014).

Um dos métodos da escola francesa, ELECTRE (*Elimination et choix traduisant la realitè*) foi desenvolvido por Roy (1996), permite modelar as opiniões dos decisores e conjugar as características matemáticas com as da subjetividade humana, comparando variáveis, duas a duas, por meio da preferência de uma, indiferença com as outras e impossibilidade de comparação, agrupando os resultados em conjuntos. Sobral e Costa (2012) analisaram a qualidade no setor de distribuição de gás liquefeito de petróleo a partir do método ELECTRE TRI, o qual se mostrou uma excelente ferramenta de medição da segurança dos vasilhames.

A família de métodos PROMETHEE procura estabelecer uma relação de sobreclassificação de valores, superação ou prevalência de alternativas em relação às demais. A grande aplicabilidade do método deve-se pela sua simplicidade na aplicação quando comparado a outros métodos, buscando envolver conceitos e parâmetros os quais têm alguma interpretação facilmente entendida pelo decisor (LOPES e ALMEIDA, 2014).

3. Metodologia

A tomada de decisão é um processo complexo e natural dos seres humanos, pois estamos constantemente confrontados com situações em que temos de escolher uma ou mais opções, dentre as diversas alternativas a partir de determinados critérios, com o intuito de encontrar a melhor alternativa no universo apresentado (LOPEZ *et al.*, 2015).

O presente trabalho foi estruturado utilizando a metodologia de análise multicritério com a intenção de contribuir com o uso de ferramentas da qualidade mais adequadas para a resolução/análise de problemas relacionados com esse tema e que poderiam ser solucionados com a utilização de alguma dessas ferramentas.

As etapas metodológicas se basearam na construção de um modelo que apresenta uma fase de definição de características inerentes às “ferramentas da qualidade”, comumente utilizadas para a melhoria dos equipamentos e processos e a classificação dessas ferramentas em classes (representando níveis de complexidade) que poderiam apresentar características comuns, onde as características do problema em questão também o alocaria em alguma dessas classes.

Essa classificação seguiu as prerrogativas de uma análise multicritério com definições relativas a critérios, escalas, pesos, limites entre classes, entre outras.

O objetivo com essa abordagem foi alocar alternativas (ferramentas da qualidade) em uma classe, onde as características de um problema qualquer poderiam também ser alocadas em uma dessas classes.

Com isso o problema seria analisado antes de definir qualquer ferramenta a ser aplicada e seria alocado conforme as suas características em alguma das classes representativas das ferramentas e, consequentemente, se teria uma indicação mais assertiva de qual(is) ferramenta(s) da qualidade seria(m) mais adequada(s) para a resolução desse problema.

Esse desenvolvimento apresenta uma abordagem mais ampla, que considera múltiplos critérios ao invés de uma escolha apenas intuitiva pela figura do decisor.

Tanto classes como os critérios e avaliações foram definidas conforme as características apresentadas pela literatura sobre as ferramentas da qualidade, amplamente disseminadas e utilizadas nas empresas que adotam programas focados na qualidade. A figura 1 apresenta um diagrama das etapas da metodologia proposta:

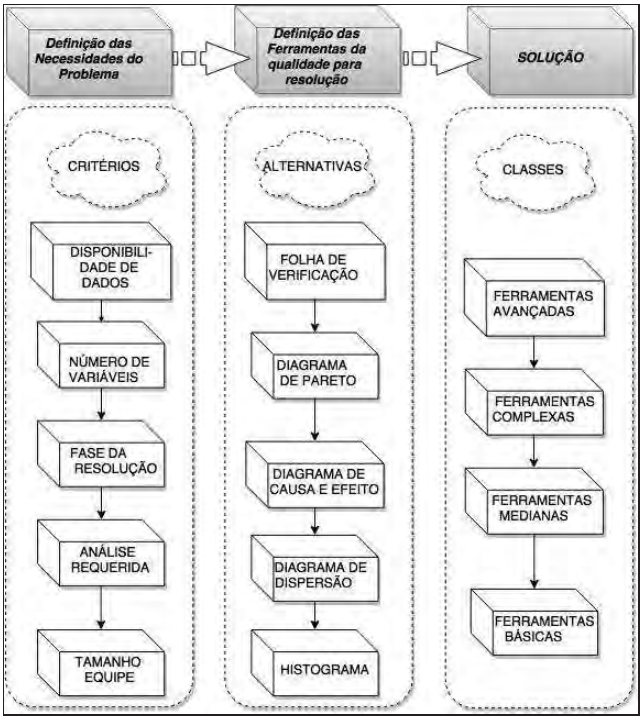


Figura 1: Diagrama - Etapas da proposta

3.1 Método ELECTRE TRI utilizado no trabalho

O ELECTRE TRI é um método multicritério que aloca alternativas em categorias pré-definidas. Essa alocação de uma alternativa a resulta da comparação de a com perfis definidos de limites das categorias (MOUSSEAU e SLOWINSKI, 1998; YU, 1992).

Duas condições devem ser verificadas para validar a afirmação aSb_h :

- Concordância: para uma sobreclassificação aSbh ser aceita, a maioria dos critérios deve estar a favor da afirmação aSb_h.

- Não-discordância: quando a condição de concordância não for atendida, nenhum dos critérios deve opor-se à afirmação aSbh. Os índices de concordância parcial $c_j(a,b)$, concordância $c(a,b)$ e discordância parcial $d_j(a,b)$ são calculados pelas expressões (1), (2) e (3):

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 0 \; se & g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 \; se & g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \dfrac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} & em \quad outros \quad casos \end{cases} \tag{1}$$

$$c(a,b) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \tag{2}$$

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 0 \; se & g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 \; se & g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(b_h) \\ \dfrac{g_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} & em \quad outros \quad casos \end{cases} \tag{3}$$

Através do método ELECTRE TRI também uma aplicação numérica foi desenvolvida com o objetivo de apresentar os detalhes práticos do modelo. Certamente existirão variações para casos específicos, em que será necessário reestruturar critérios, alternativas, limites e os demais componentes do modelo, porém é possível afirmar que a estrutura metodológica desse modelo poderá também atender a essas variações, desde que seguidos os passos metodológicos aqui sugeridos.

4. Aplicação Numérica

Para a aplicação numérica foram então definidos os critérios para a medição dos diversos pontos de vista que se deseja analisar o problema. Esses critérios foram elencados em uma ordem crescente de complexidade, baseados nas características inerentes aos problemas, que normalmente são resolvidos com as ferramentas da qualidade, conforme apresentados na tabela 1.

Uma escala numérica entre 0 e 100 foi sugerida nessa aplicação, conforme a última coluna da tabela 1, com a intenção de identificar na avaliação feita pelo decisor, o nível de complexidade do problema analisado frente aos critérios apresentados para então gerar *inputs* para o método ELECTRE TRI. Nessa matriz de avaliação também foi incorporada uma linha referente a um problema qualquer, para que na solução, esse problema possa ser alocado no nível mais adequado, onde uma ferramenta da qualidade estiver presente.

Tabela 1: Critérios e escalas

Dados problema	Número variáreis	Fase Resolução	Tipo de Análise	Tamanho Equipe	Urgência resolução	Escala
Existem tratados	≥ 10	Necessita Execução	Avançada	≥ 1	Imediata	100
Existem organizados	≥ 5	Necessita Planejamento	Otimizada	≥ 5	Pode esperar 1 dia	75
Existem desorganizados	≥ 3	Necessita Análise	Moderada	≥ 10	Pode esperar 3 dias	50
Necessita coletar	2	Necessita Coleta de dados	Explicativa	≥ 15	Pode esperar 1 semana	25
Inexistentes	1	Inicial	Superficial	≥ 20	Pode esperar 1 mês	0

4.1 Critérios e escalas

1. Dados sobre o problema: que na sua avaliação considera como os dados estão organizados ou disponíveis no problema que se deseja aplicar alguma ferramenta da qualidade;
2. Número de variáreis: apresenta faixas para números de variáveis que explicam o problema e se interconectam;
3. Fase da Resolução: apresenta uma avaliação sobre a fase em que se encontra o problema a ser resolvido por alguma ferramenta da qualidade. Esse critério é importante, pois determina se a ferramenta que será aplicada é de caráter mais básico ou avançado;
4. Tipo de Análise requerida: proporciona ao decisor definir que tipo de análise o problema está demandando naquele momento, seja ela uma análise mais detalhada e avançada ou superficial;
5. Tamanho da Equipe: esse critério procura avaliar o número de pessoas envolvidas com a resolução do problema. Sabe-se, por exemplo, que algumas ferramentas da qualidade são menos eficientes quando o número de pessoas envolvidas na resolução

é muito elevado. Assim, esse critério direciona o problema para a ferramenta adequada considerando o tamanho da equipe envolvida;

6. Urgência para a resolução: alguns problemas não necessitam tanta urgência para a sua resolução. Também algumas ferramentas da qualidade demandam maior tempo para a sua aplicação. Então, esse critério direciona as ferramentas conforme a urgência esperada;

O decisor que poderá realizar essa avaliação precisa ser aquele que conheça e seja especialista nos conceitos relacionados às ferramentas da qualidade, pois ele necessita reconhecer com a maior precisão possível o que cada ferramenta apresenta como complexidade em relação aos critérios elencados. Nesta aplicação numérica, representada na tabela 2, a elicitação foi realizada com um decisor considerado especialista, experiente e conhecedor da área.

Tabela 2: Avaliação numérica

Alternativas	Critérios						
	Abrev.	Dados Problema	Número Variáreis	Fase resolução	Tipo de Análise	Tamanho Equipe	Urgência resolução
FOLHA DE VERIFICAÇÃO	FVer	50	75	25	50	75	50
DIAGRAMA DE PARETO	Pareto	75	100	50	75	100	50
DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	CauEf	25	100	50	25	50	75
DIAGRAMA DE DISPERSÃO	Disp	75	25	50	75	100	25
HISTOGRAMA	Hist	75	75	50	50	100	0
FLUXOGRAMA	Flux	25	75	75	25	75	25
CEP	CEP	50	75	100	100	100	25
BRAINSTORMING	Brain	0	25	0	0	50	0
5 W 2 H	5W2H	25	25	75	25	50	75
MATRIZ GUT	GUT	50	50	50	25	100	50
PERT / CPM	Pert	50	100	75	100	75	50
5 S	5S	0	25	0	0	0	100
Características do PROBLEMA	**PROBLEMA**	**50**	**25**	**50**	**50**	**25**	**100**

Na tabela 3 foram definidas as classes e os limites entre as classes. As classes foram nomeadas conforme o nível em que uma ferramenta da qualidade atua. Na definição dessas classes procurou-se alocar uma ferramenta em cada classe (ou nível), o que justifica o número elevado de classes. Algumas dessas ferramentas possuem similaridades muito fortes e certamente podem ser alocadas numa mesma classe e o problema poderia ser resolvido por qualquer uma delas, desde que estejam na mesma classe. Um problema alocado no nível_1, por exemplo, representa que a ferramenta a ser utilizada é de caráter mais básico, por não possui muitas informações disponíveis sobre o problema e muito menos organização.

Então a ferramenta sugerida será a mais elementar para se construir possíveis soluções. Um exemplo disso é a ferramenta *Brainstorming* que procura através de ideias um direcionamento para ações.

Tabela 3: Limites entre as classes

Classes	Limites	Critérios					
		Dados do problema g_1	Número variáreis g_2	Fase da Resolução g_3	Análise requerida g_4	Tamanho da Equipe g_5	Urgência resolução g_6
Nível_9	b_8	100	75	100	100	100	100
Nível_8	b_7	75	75	75	100	75	100
Nível_7	b_6	75	75	75	75	75	50
Nível_6	b_5	75	50	75	75	75	50
Nível_5	b_4	50	50	75	75	75	50
Nível_4	b_3	50	50	75	75	50	50
Nível_3	b_2	50	50	50	75	50	50
Nível_2	b_1	25	25	25	25	25	25
Nível_1	b_0	0	0	0	0	0	0
Pesos		16,65	16,65	16,65	16,65	16,65	16,75
Limites Pref. e Indif.		5	5	5	5	5	5
		5	5	5	5	5	5

5. Resultados Obtidos

Para essa aplicação foi utilizado o *software* ELECTRE TRI 2.0a, disponível na Lamsade (Paris-Dauphine University, Paris, France). Conforme a tabela 4, os resultados obtidos demonstraram que foi possível alocar um problema, conforme as suas características em uma das classes (que representa uma ferramenta da qualidade) e essa ferramenta seria a mais apropriada para a resolução desse problema em dado momento.

Tabela 4: Resultados da Classificação

Alternativas	Classes	Classificação
Brain, 5S, Flux, Hist, Disp, 5W2H, CauEf, Fver, GUT, Pareto, Pert, CEP, PROBLEMA	Nível_9	CEP
	Nível_8	Pert
	Nível_7	Pareto
	Nível_6	GUT
	Nível_5	FVer
	Nível_4	CauEf, 5W2H
	Nível_3	**PROBLEMA,** Disp, Hist
	Nível_2	Flux
	Nível_1	Brain, 5S

Assim, pode-se verificar para o problema analisado, através das suas características específicas, qual(is) ferramentas da qualidade se enquadraria(m) para solucioná-lo mais adequadamente, considerando todos os critérios ao mesmo tempo, ou seja, uma solução que tem o melhor compromisso com todos os critérios na maioria das comparações. O fato do número

elevado de classes foi proposital com o objetivo de dividir as ferramentas da qualidade o máximo possível, baseando-se em suas particularidades. O método ELECTRE TRI foi adaptado neste trabalho para ser utilizado não como um identificador de *clusters*, como normalmente ele é aplicado na definição de classes, mas como um direcionador da decisão para uma única ferramenta ou algumas muito similares entre si.

6. Considerações Finais

A abordagem multicritério apresenta muitas vantagens quando se necessita resolver problemas que envolvem múltiplos interesses ou análises sob vários pontos de vista.

Esse trabalho apresentou uma proposta para determinação de ferramentas da qualidade na solução de problemas que necessitam a utilização dessas ferramentas, levando em conta as características dessas ferramentas e as características do problema em questão, com o intuito de reconhecer qual a melhor ferramenta da qualidade para esse dado problema.

Essa abordagem auxilia o decisor no momento de escolher o melhor ferramental para solucionar problemas de qualidade emergentes no setor produtivo. A principal contribuição é o delineamento de uma metodologia que possa direcionar para essa definição. O método ELECTRE TRI foi utilizado de forma adaptada com a problemática de alocação de ferramentas da qualidade e do problema em si, conjuntamente com a análise multicritério, porém procurando uma escolha mais assertiva.

Alguns ajustes ainda se fazem necessários, pois não se tem na literatura, opiniões consensuais sobre quais características as ferramentas da qualidade apresentam frente aos critérios apresentados: Dados do problema, Número de variáreis, Fase da resolução, Tipo de análise requerida, Tamanho da equipe, Urgência para a resolução, nem tampouco se esses critérios explicam totalmente a análise.

Porém, esse desenvolvimento propõe um avanço para o momento de escolha de ferramentas da qualidade na solução de problemas nas áreas de produção e qualidade.

Referências

Akdag, H., Kalayci, T., Karagoz, S., Zulfikar, H. e Giz, D. (2014). The evaluation os hospital service quality by fuzzy MCDM. *Applied Soft Computing*. 23:239-248.

Andrade, D.V.P. (2013). Avaliação da importância dos sistemas de gestão da qualidade nas universidades federais. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal.

Cinelli, M., Coles, S.R. e Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria deciscion analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46:138-148.

Crosby, P. B. (1991). Liderança: A arte de torna-se um executivo. São Paulo, editora Markron Books do Brasil, Ltda. e McGraw-Hill, Ltda.
Deming, W.E. (1990). Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro, Editora Marques-Saraiva.

ELECTRE TRI 2.0a software. Methodological guide and user´s manual. LAMSADE Laboratory, Available at:<www.lamsade.dauphine.fr/mcda/biblio/PDF/mous3docl99.pdf >

Feigenbaum, A. V. (1994). Controle Total da Qualidade: Aplicação nas empresas, volume IV. São Paulo, editora Markron Books do Brasil.

Generowicz, A., Kulczycka, J., Kowalski, Z. e Banach, M. (2011). Assessment of waste management technology using BATNEEC options, technology quality method and multi-criteria analysis. *Journal of Enviromental Management*, 92:1314-1320.

Guarnieri, P. (2015). Síntese dos principais critérios, métodos e subproblemas da seleção de fornecedores multicritério. *RAC*, 19(1):1-25.
Gobis, M.A. e Campanatti, R. (2012). Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. *Revista Hórus*, 6(1).

Ishikawa, K. (1985). TQC – Total Quality Control: Estratégia e administração da qualidade. São Paulo, editora IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda.

Juran, J. M. (1991) Planejando para a Qualidade. São Paulo, editora Markron Books do Brasil, Ltda. e McGraw-Hill, Ltda.

Longaray, A. A.; Bicho, M. A. e Ensslin, L. (2014) Utilização da MDCA para avaliar os critérios do programa de excelência da qualidade: estudo de caso no polo naval de Rio Grande. *Revista Sistema e Gestão*, 09(3 a 4):258 – 274.

Lopes, Y. G. e Almeida, A. T. (2014) PROMETHEE-S: um método de sobreclassificação para apoio multicritério a decisão em situação de incerteza. Simpósio brasileiro de pesquisa operacional, p. 525-536.

Lopez, A. C., Hornos, M. J., Carrasco, R. A., Viedma, E. H. e Viedmasictqual. (2015). A fuzzy linguistic multi-criteria model to assess the quality of service in the ICT sector from the user perspective. *Applied Soft Computing*, 37:897-910.

Marques, G.H. e Monteiro, A.R.G. (2014). Elaboração e implementação de uma planilha de controle de paradas de máquinas (PCPM) em um processo produtivo integrado a ferramentas da qualidade e gestão das informações. *Rev. Prod. Ind. & Serv*., 1(1):01-13.

Mousseau, V. e Slowinski, R. (1998). Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples. *Journal of Global Optimization*, 12:157-174.

Nunes Júnior, L.F. (2006). Tomada decisão com múltiplos critérios: Pesquisa – Ação sobre o método AHP em Pequenas Empresas. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) - Universidade de Taubaté; São Paulo.

Paulista, P.H., Campos, D.F., Turrioni, J.B., Muniz, J. (2013). Análise bibliométrica da gestão da qualidade: busca por títulos. *Revista Eletrônica Produção & Engenharia*, 3(1):263-271.

Roy, B. (1996). Multicriteria methodology for decision aid. Netherlands: Kluver Academic Publishers.

Silva, A. M. (2015). Contratação de serviços de consultoria e certificação de sistemas de gestão da qualidade: modelo de decisão. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco; Caruaru.

Silva, P.M. e Sartori, M.M. (2014). A utilização prática do PDCA e das ferramentas da qualidade como provedoras intrínsecas para melhoria contínua nos processos produtivos em uma indústria têxtil. *Revista Organização Sistêmica*, 6(3).

Sobral, M. F. F. e Costa, A.P.C.S. (2012). Proposta de análise da qualidade de reservatórios de gás liquefeito de petróleo através da abordagem multicritério. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 636-644.

Yu, W. (1992). ELECTRE TRI: Aspects Méthodologiques et Guide d'Utilisation. Document du LAMSADE, 74, Université de Paris - Dauphine.