

MULTICRITÉRIOS DE APOIO A DECISÃO PLANEJAMENTO E PROJETO DE FABRICA DE PORTA ANÉIS.

Fábio Alexandrini¹, José Ernesto de Fáveri², Profa. Andréia Pasqualini³, Alexandre Sanchez,⁴ Antônio Cesar de Oliveira⁴, Emir Matendal⁴, Geane Stein⁴

Resumo

O Objetivo central de nosso trabalho é a análise da viabilidade de uma expansão na linha de produtos da uma empresa metalúrgica, trata-se de um novo produto do qual a empresa já dispõe de a experiência, pois já o produziu há anos atrás, porém em escala reduzida. Nesta nova consulta trata-se de um volume expressivo e também de uma abertura estratégica às linhas tradicionais da empresa, (assentos de válvula e tuchos mecânicos), todos os produtos revendidos por uma empresa global em todo o mundo. Além a possível rentabilidade financeira deste produto, há ainda a abertura de novos clientes, devido ao marketing gerado e um volume de novos produtos que podem ser desenvolvidos junto ao mesmo. Na análise realizada se avaliou as deficiências encontradas, as dificuldades e benefícios que poderão ser geradas com a implantação desta nova planta e do fornecimento para este cliente. Assim como ficaram mais nítidos os objetivos dos decisores, que esperam o retorno em no máximo 2,5 anos além de metas para produção, satisfação dos colaboradores e redução de custos.

Palavras-chave: multicritérios de apoio a decisão, porta-anéis, planejamento de fábrica.

1. INTRODUÇÃO

Nosso trabalho tem como objetivo o estudo da viabilidade de implantação de um processo de usinagem de porta anéis para um cliente de atuação global este trabalho foi realizado na empresa metalúrgica sediada em Santa Catarina.

A empresa iniciou suas atividades em 1946, tendo como atividade econômica a exploração de uma oficina mecânica, prestadora de serviços às indústrias Madeireiras e de Fécula de Mandioca, que prosperavam na região. Buscando a diversificação de suas atividades, em 1956 a Companhia adquiriu uma pequena fábrica de autopeças, mais precisamente Guias e Sedes de Válvula, que foi desenvolvendo-se aos poucos e conquistando o mercado. Firmando-se na década de 80 como a principal atividade da companhia, haja vista que a fábrica de máquinas perdeu sua força, em função da menor atividade das indústrias de Fécula e Madeireira, provocada pela exaustão da matéria prima na região.

Assim, a Companhia investiu na sua consolidação como fabricante de autopeças de precisão, introduzindo um importante processo de desenvolvimento tecnológico e direcionando esforços na implementação de um atuante programa de administração participativa 'voltado para a qualidade total. Por outro lado, no ano de 1988, por falta de viabilidade econômica, a companhia resolve desativar em definitivo sua

¹ Doutor e Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas formado pela UFSC, Professor dos Cursos de Administração, Automação Industrial, Engenharia de Produção e Sistemas de Informação da UNIDAVI, e-mail: fabalex@unidavi.com.br.

² Doutor em Educação, Professor titular do curso de Administração da UNIDAVI, email: faveri@unidavi.edu.br.

³ Mestre em Engenharia de Produção, Coordenadora e Professor do Curso de Engenharia de Produção da Unidavi. e-mail: apasqualini@unidavi.edu.br.

⁴ Alunos da 7ª. Fase do Curso de Engenharia de Produção da Unidavi..

fábrica de máquinas. Ainda naquele ano, diante da necessidade de sustentar seu crescimento a empresa abriu seu capital, conseguindo aporte de recursos que permitiram a construção do novo parque fabril, cujo Esta intensa preocupação com a qualidade levou a empresa, em 1999, a obter a Certificação na Norma ISO 9002, em 2001 na Norma QS 9000 e no ano de 2004 a empresa foi certificada na norma ISO/TS 16949:2002.

Atualmente a empresa conta com um quadro de 1205 colaboradores, um total de área construída 26.000m² de uma área total 1.000.000m², com capacidade de produção em cerca de 3.200.000 peças mensalmente.

Atende mercados de Reposição, Montadoras e Exportação. Tendo como principais clientes do mercado interno, Scania, MWM, Mercedes, e do mercado externo, SBI (EUA), Qualcast (EUA), Helio Precision (EUA), Burkert (Alemanha).

2. O CLIENTE

O cliente iniciou suas atividades na década de 60, no ABC paulista, próxima às montadoras de veículos existentes naquela época. Na década de 80 mudou parte das instalações para região de Campinas-SP, em uma propriedade de 400.000 m² com 44.000 m² de área construída,

A empresa conta com aproximadamente 1.300 funcionários que trabalham essencialmente em dois turnos. São produzidos pistões para motores do ciclo Otto e Diesel em diâmetros que variam de 35 a 140mm, além de cilindros de alumínio para a indústria de equipamentos leves, principalmente para motosserras. Com capacidade instalada para produzir 14,5 milhões de pistões/ano. A empresa atende a praticamente todos os fabricantes de motores brasileiros e às grandes montadoras internacionais, além do mercado de peças de reposição. A exportação representa aproximadamente 65% do seu faturamento com pistões. Entre os principais clientes estão: Andreas Stihl (BR e Alemanha), Cummins (BR e EUA), Daimler Chrysler (BR e Alemanha), Ford (BR e Inglaterra), General Motors (BR, EUA, Alemanha, Hungria e Austrália), International (BR), MWM (BR), Perkins (Inglaterra), Renault (BR e França), Scania (BR), Volkswagen (BR, Alemanha e México).

3. O PRODUTO E PROCESSO

O porta anel é componentes utilizados no interior dos pistões de alumínio, ele é fundido em material com alto teor de cromo e níquel que tem com principal característica a resistência a temperatura. Ele é usinado e posteriormente fundido no interior do pistão. No momento da fundição do pistão o porta anel é limpo e aquecido para então ser montado no interior do molde do pistão para após este momento ser despejado todo o alumínio que formará o restante do pistão.

Um dos fatores primordiais na usinagem dos porta anéis é a isenção de óleo e gorduras.



Porta anel no interior do pistão

Detalhe
porta
anel



Figura 1. Desenho das Peças

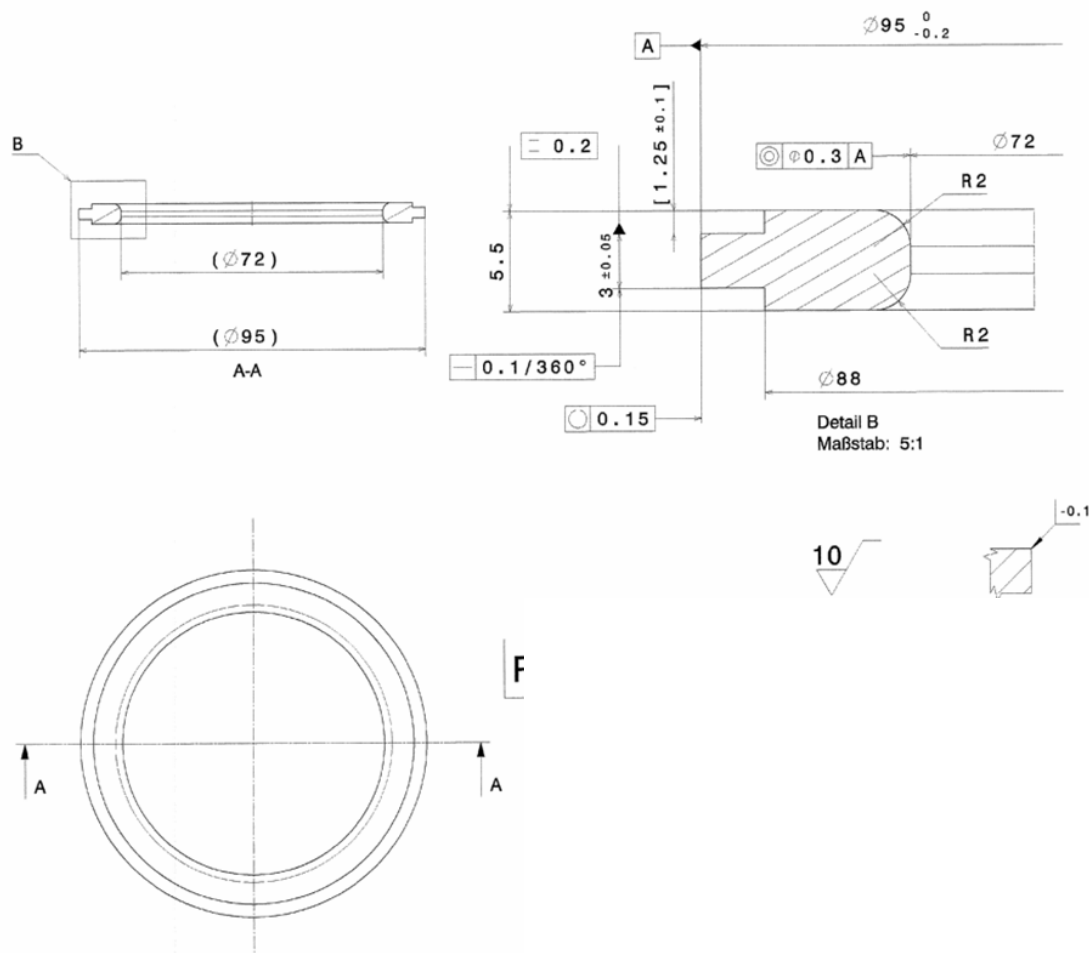


Figura 2. Especificações Técnicas da Peça

O processo de fabricação é um processo bastante semelhante a usinagem de diversas peças e aço ou ligas semelhante a ferro fundido ligado. O processo inicia na fundição, onde é preparada uma carga com os demais elementos de liga, onde predomina o cromo. Após a fusão as peças são moldadas em coquilhas pelo processo de centrifugação, onde são geradas buchas com 700mm de comprimento sendo que na usinagem serão cortadas com sobre metal suficiente para a usinagem das peças, com atenção especial quanto a contaminação por óleos e resíduos de ácido úrico, presente nas mãos, principalmente.

A usinagem final é realizada em tornos CNC, onde é dado o perfil final das peças. Nesta operação a usinagem é realizada a seco, ou seja, sem refrigeração e principalmente sem contato com as mãos do operador...

4. MCDA Multicritérios de Apoio a Decisão

Podemos observar que o objeto da ciência em apoio à decisão base da metodologia MCDA, que na visão de Roy (1996), “não é descobrir ou aproximar-se da melhor solução possível, mas desenvolver um corpus de condições e meios nos quais pode-se basear as decisões à luz daquilo que se acredita ser o mais viável” é consistente à “faceta descritiva”, proposta por Oral e Kettani (1993), cuja ênfase é entender o sistema e a decisão não se constitui em uma preocupação imediata.

As metodologias multicritérios de apoio à decisão apresentam conceitos e bases para estruturar e modelar uma situação problemática, incluindo maneiras de

identificar e gerar ações e técnicas de construção de critérios e procedimentos para agregação dos mesmos (Bana e Costa et al., 1996a).

Na perspectiva de apoio à decisão, a consideração da subjetividade, além da objetividade, dos elementos na construção de modelos de avaliação, constitui uma das principais vantagens dos atuais modelos multicritérios sobre os modelos clássicos de pesquisa operacional (Bana e Costa et al., 1996b).

O processo de decisão em um ambiente complexo normalmente envolve dados imprecisos e/ou incompletos, múltiplos critérios e vários agentes de decisão [Gomes e Moreira (1998)]. Além disso, os problemas de decisão, de modo geral, envolvem múltiplos objetivos, e estes, por sua vez, são conflitantes entre si. Desse modo, a contribuição para um deles implica em prejuízo do outro.

Quando os administradores/decisores percebem que existe a possibilidade de terem de fazer algo, um processo de tomada de decisão se instala. Esta necessidade de ação, ou seja, este problema se apresenta, inicialmente, de forma muito vaga, obscura e totalmente mal definida aos olhos dos próprios administradores/decisores. Vale salientar que, na maioria das vezes, esta complexidade confronta-se com pontos de vistas contraditórios, devido principalmente a dois fatores inerentes a qualquer processo de decisão: a busca pela objetividade nas decisões e a onipresente subjetividade própria dos decisores. Tomamos decisões importantes e difíceis o tempo todo.

Decisões pessoais relevantes:

Onde morar? Que carreira seguir? Que emprego escolher? O que fazer nas férias? Como escolher um(a) companheiro(a)? Onde investir as economias?

Decisões organizacionais críticas:

Que empregado contratar? Onde realizar investimentos de melhoria? Que mercados atacar? Quais fornecedores escolher? Que estratégias adotar?

Todas estas situações são complexas (Churchill, 1990), ou seja: envolvem incertezas sobre o caminho a seguir, sobre quais os objetivos a serem alcançados, sobre quais as diferentes alternativas de solução, sobre os grupos de pessoas envolvidas e/ou atingidas pela decisão; há conflitos de valores e objetivos entre os múltiplos grupos interessados na decisão; existem diferentes relações de poder entre os grupos de interesse envolvidos no processo decisório; devem ser levados em conta múltiplos critérios na avaliação das alternativas que, a princípio, não estão claros; envolvem quantidade esmagadora de informações, tanto quantitativas quanto qualitativas, que devem ser levadas em conta no processo decisório; as informações disponíveis, apesar da grande quantidade, são usualmente incompletas; exigem soluções criativas e, muitas vezes, inéditas.

O primeiro passo para a construção de um mapa cognitivo é definir junto aos decisores um rotulo (nome) que descreva o problema que o facilitador ira apoiar a resolução.

Nesta etapa ele deve evitar interferir no que eles dizem (abordagem empática), pois isso poderia direcionar o rotulo de forma inadequada.

Em muitas situações, um problema complexo não é administrado por um único indivíduo. O fato de ter que trabalhar com um grupo de pessoas, ao invés de um decisor único, traz mais complicações ao facilitador que vai conduzir o processo decisório, já que dentro das organizações as pessoas dividem o poder mas possuem objetivos conflitantes, e é tarefa do facilitador gerenciar estes conflitos de forma que o grupo alcance uma solução de compromisso para o problema (Eden et al. [1983]).

Sendo assim o facilitador deve definir o rotulo de acordo com a forma com que os decisores consideram ser a mais adequada. Os mapas cognitivos podem ser

utilizados tanto no caso de um decisor único, quanto nos casos em que há um grupo de decisores envolvidos no processo decisório.

Na construção de um mapa cognitivo de um grupo existe uma grande quantidade de conceitos diferentes e ou conflitantes entre seus membros. Mas também existe uma grande quantidade de conceitos comuns ou similares.

Outra definição formal de mapa cognitivo é dada por Cossete e Audet, em Montibeller [1996]. Segundo seu ponto de vista um mapa cognitivo é "uma representação gráfica de um conjunto de representações discursivas feita por um sujeito [o ator] com vistas a um objeto [o problema] em um contexto de uma interação particular."

Segundo Eden et al. [1983, pg. 39], o processo de construção de um mapa cognitivo inicia-se com o facilitador escrevendo uma definição para o problema no centro de uma folha de papel aproximadamente de tamanho A1. Assim, se um empreendedor deseja investir em um novo projeto, porém não está certo de qual seria o melhor empreendimento a ser implementado, ele poderia definir o problema como: "Desejo escolher um bom negócio."

Conforme descrito por Eden et al. [1992], mapas cognitivos são grafos direcionados. Além disso, mapas cognitivos causais e de argumentação, que são o objeto de estudo das seções 0 a 0, são caracterizados por uma estrutura hierarquizada que geralmente é construída na forma meios/fins. Entretanto, em algumas situações esta estrutura é quebrada por circularidades, ou seja, situações onde uma cadeia de conceitos forma um círculo vicioso, sem meio nem fim.

Uma das análises mais importantes em relação à complexidade dos mapas cognitivos é a determinação de clusters (cachos). Clusters são conjuntos de conceitos que estão fortemente interligados entre si, com um mínimo de ligações externas. A identificação de clusters relaciona-se com a idéia de que as ligações entre conceitos de um mesmo cluster são mais fortes do que ligações extra-cluster.

Segundo Eden et al. [1983], o conjunto de conceitos formador de um cluster define uma área de interesse relacionada ao problema.

A realização de análises dos mapas cognitivos é bastante interessante e pode facilitar um entendimento melhor sobre o problema. Através dos diversos tipos de análises o mapa pode ser simplificado, facilitando a compreensão por parte do facilitador e dos decisores, assim como também podem ser levantados pontos que poderiam ser explorados em maior profundidade.

Os resultados das análises também podem gerar importantes visões sobre o problema através da identificação de ligações entre elementos importantes do mapa, gerando assim um aprendizado maior entre os envolvidos no processo.

Dentro de um processo decisórios diversos elementos relacionados ao problema podem se revelar importantes segundo os julgamentos dos atores. Bana e Costa [1992] afirma que estes elementos primários de avaliação dividem-se em duas categorias: objetivos dos atores e características das ações. Assim, no desenrolar do processo de estruturação do problema uma característica pode ser considerada importante pelos atores intervenientes no processo sem que os objetivos relacionados a ela estejam claros. Por outro lado, um objetivo também pode se tornar importante sem que qualquer característica esteja diretamente ligada a ele. Desta forma, segundo Bana e Costa [1992], as características das ações e os objetivos dos atores são dois fatores decisórios importantes e que possuem um papel complementar no processo de construção das preferências dos atores. Por conseqüência, não se pode afirmar com antecedência que um é mais importante do que outro.

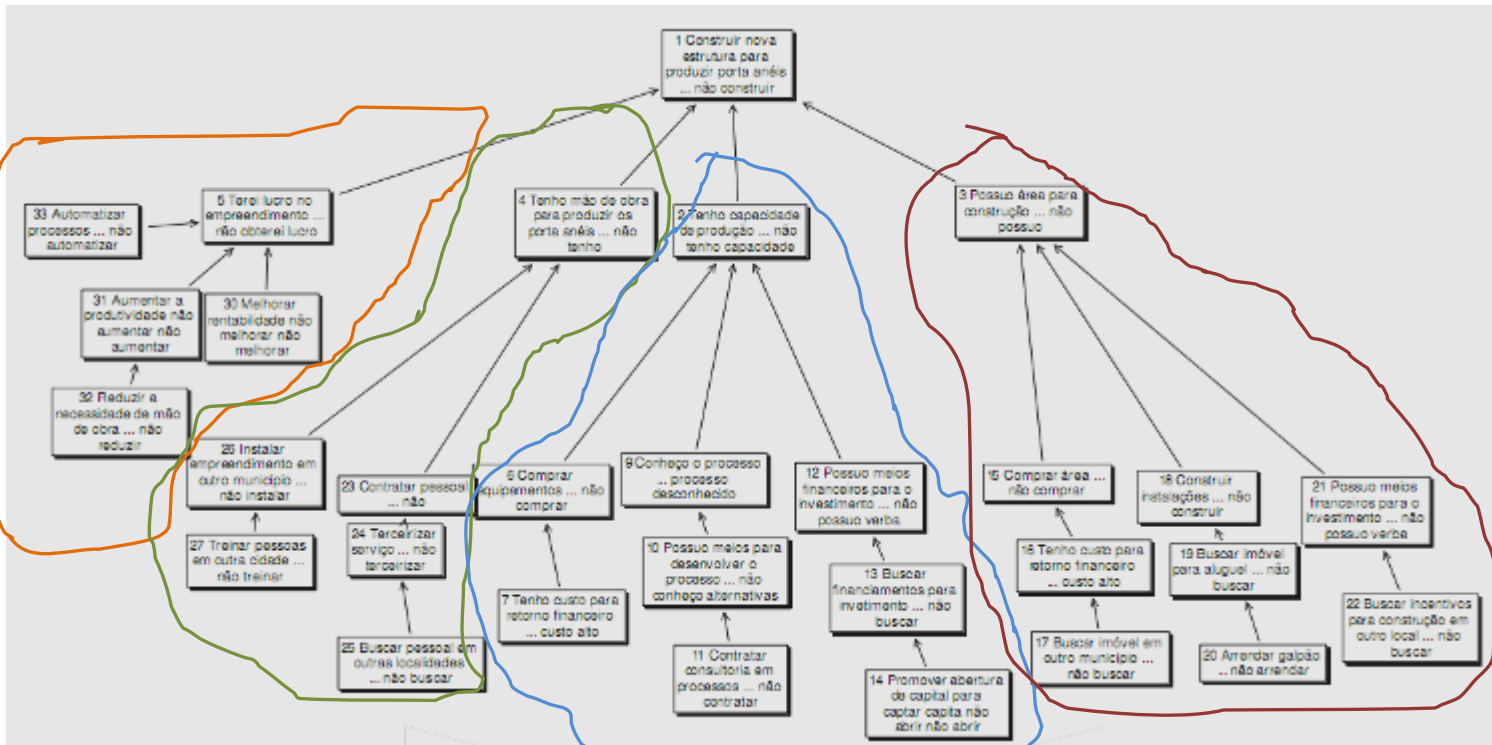


Figura 3 Árvore de objetivos dos decisores.

Para que um ponto de vista seja considerado fundamental é necessário que:

- 1 - Exista uma vontade consensual entre os atores intervenientes no processo de tomada de decisão de submeter às ações a uma avaliação parcial segundo este ponto de vista, isto é, segundo os aspectos elementares que formam o PV; e
- 2 - O desenrolar do processo de estruturação confirme a validade da hipótese de independência que os atores afirmam existir.

Os PV's que por uma razão qualquer não foram considerados fundamentais são chamados pontos de vista elementares. Pontos de vista elementares são meios para se alcançar pontos de vista fundamentais. Então, muitas vezes diversos pontos de vista elementares formam um ponto de vista fundamental, ou seja, o PVF representa um fim comum para o qual contribuem diversos valores mais elementares. Na seção 0 estão apresentadas as relações hierárquicas existentes entre os pontos de vista elementares e os PVF's.

Na estrutura da árvore de valores, figura 4, encontram-se os quatro principais itens a serem avaliados, a existência de capacidade de produção, Mão de obra, espaço para fabricar ou construir e o principal a lucratividade, conforme a figura 3.

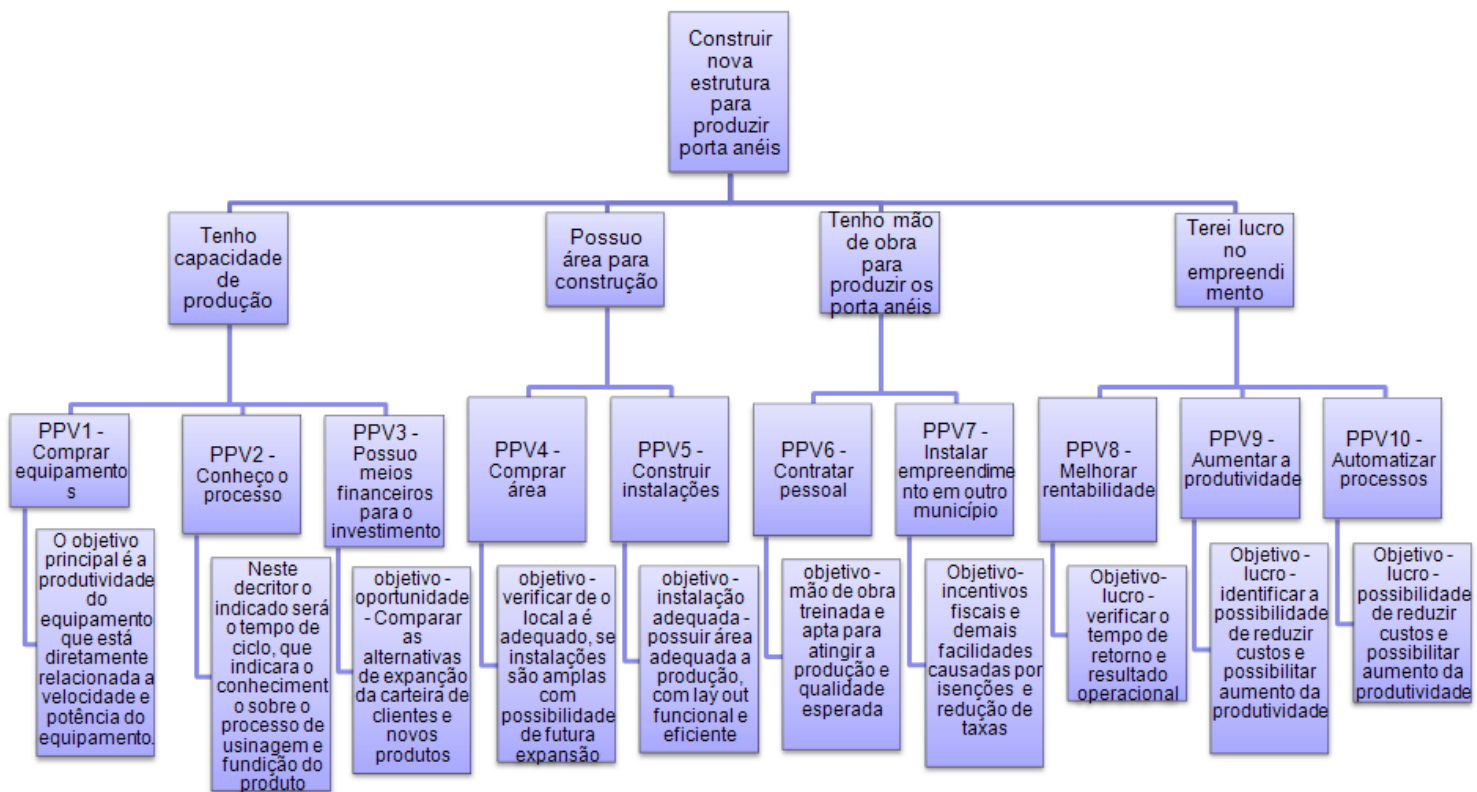


Figura 4. Arvore de valores

Na estrutura da arvore de valores há também o detalhamento dos itens que devem ser considerados e isso gera após uma criteriosa análise com os decisores os indicadores entre os limites entre os níveis neutro, bom e muito bom, conforme a figura 5.

Sendo o payback de no máximo 2,5 anos, tempo do ciclo da peça entre 10 e 25 segundos. Disponibilidade financeira entre 70 e 90% do capital necessários sejam empréstimo com juros reduzidos, complementado com capital próprio de no máximo 30%. Acompanhamento do nível de satisfação dos colaboradores que serão relocados para a nova unidade ou a contratação acima de 70 % e rotatividade de no máximo 5%.

Outro fator a considerar é obter até 30% de benefícios fiscais através da geração de novos empregos e do local a ser instalada a fabrica. Retabilidade operacional entre 25% e 40% e meta de 5% de redução de custos após entrar em funcionamento e realizar investimentos anuais de até 5% em automação. conforme a figura 5.

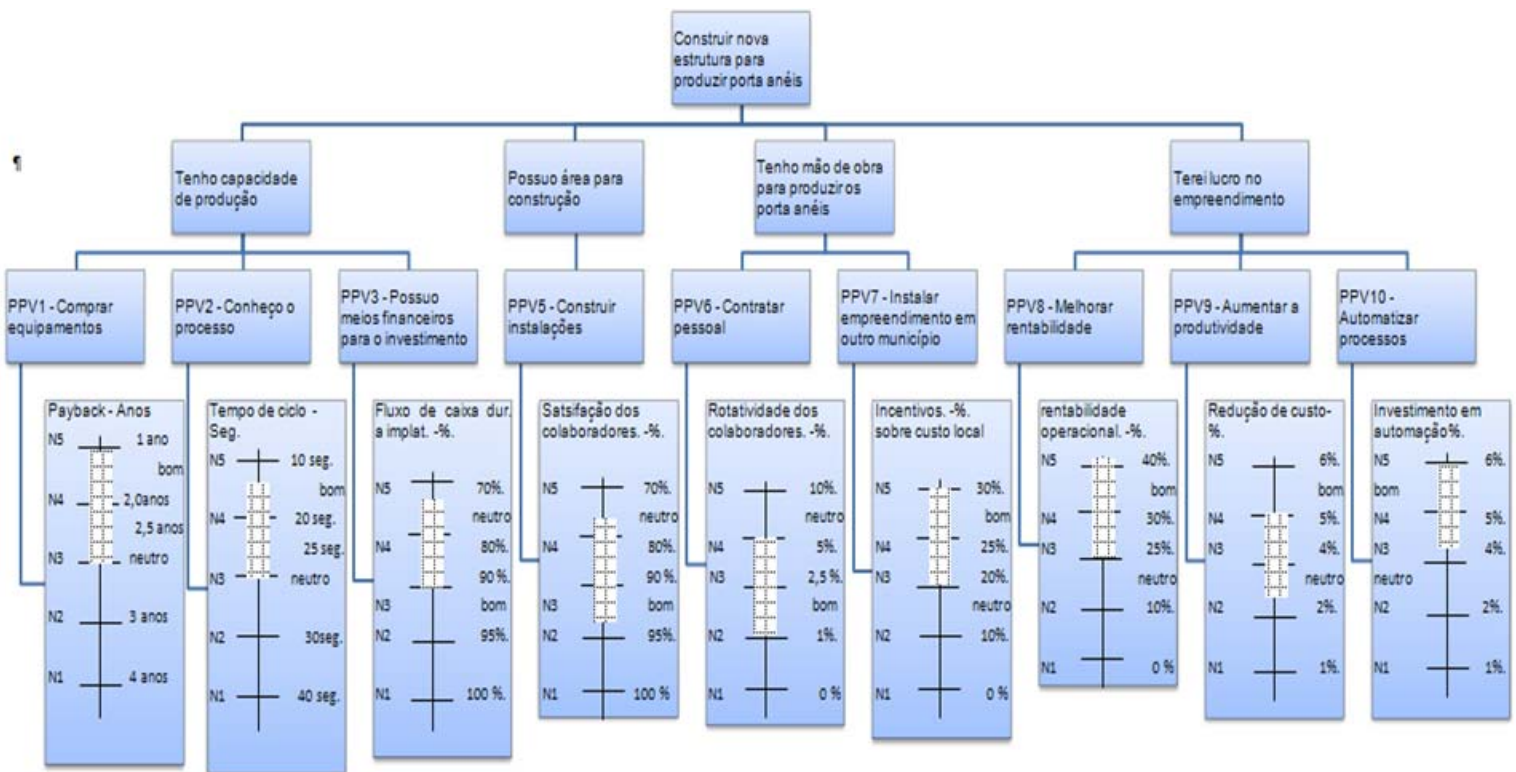


Figura 5 – Índices para acompanhamento da decisão

Estando as metas claras, conforme a figura 5, a equipe administrativa inicia os trabalhos de verificação das possibilidades e prepara o estudo para que a diretoria possa tomar a melhor decisão. Muitas vezes a decisão não é apenas econômica mas também envolve posicionamento de mercado e manutenção e fidelização de clientes.

Considerações Finais

Este trabalho forneceu dados para se pudesse conhecer o processo de forma mais intensiva, com o uso dos multicritérios de apoio da decisão nos auxilia na identificação dos pontos a serem considerados como importantes para a resolução de grande parte das dúvidas que possam surgir durante o processo de decisão. Como se pode declinar de uma proposta inicialmente atrativa, porém com uma série de limitação para a definição de uma ação a ser tomada.

O projeto proposta teve o objetivo de avaliar a viabilidade para um produto com uma atratividade considerável visto o cliente potencial possui grande abrangência de mercado e principalmente um portfólio a ser explorado, pois revende muitos itens e possibilitará uma projeção no cenário internacional.

Este trabalho teve como foco a aplicação da metodologia do MCDA como base para a tomada de decisão. Como resultado obteve-se os limites que foram considerados interessantes para os decisores, tal como payback de no máximo 2,5 anos, tempo do ciclo de produção da peça entre 10 e 25 segundos. Disponibilidade financeira entre 70 e 90% do capital necessários sejam empréstimo com juros reduzidos, complementado com capital próprio de no máximo 30%. Acompanhamento do nível de satisfação dos colaboradores que poderão ser

alocados para a nova unidade ou a contratação acima de 70 % e rotatividade de no máximo 5%.

Outro fator a considerar é obter até 30% de benefícios fiscais através da geração de novos empregos e do local a ser instalada a fábrica. Rentabilidade operacional entre 25% e 40% e meta de 5% de redução de custos após entrar em funcionamento e realizar investimentos anuais de até 5% em automação.

REFERÊNCIAS

BANA E COSTA, C.A.; ENSSLIN, L.; CORRÊA, E. C.; MONTIBELLER NETO, G. e ZANELLA, I. J., **Construção de um Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Utilizando a Metodologia MACBETH - Estudo de Caso**, in SOBRAPO, Rio de Janeiro, Anais, p.248-253, 1996a.

BANA E COSTA, C.A.; ENSSLIN, L.; COSTA, A. P.; MARTINS, F. M.; HOLZ, E.; SILVA JR., F. F. **Seleção de Variedades de Arroz para Semeadura - Uma aplicação MCDA - MACBETH**, in SOBRAPO, Rio de Janeiro, Anais, p.254-259, 1996b.

BANA E COSTA, C.A. (Ed.). **Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision**. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

BLOGOSLAWSKI, Ilson Paulo Ramos; FACHINI, Olímpio; FAVERI, Helena Justen de. **Novo Manual de produções acadêmicas**. Blumenau: Nova Letra Gráfica e Editora, 2004.
CHURCHILL, J. **Complexity and Strategic Decision-Making**. In: Eden, C., Radford, J. (eds.) *Tackling Strategic Problems*. London: Sage, p. 11-17, 1990.

EDEN C., ACKERMANN, F. e CROOPER S. **The Analysis of Cause Maps**. *Journal of Management Studies*. 29:3, pp. 309-324, 1992.

EDEN, C., JONES, S. e SIMS, S. **Messing About in Problems - An Informal Structured Approach to their Identification and Management**. Pergamon Press.. 1983.

GOMES, Luiz Flávio Monteiro; MOREIRA, Antônio Manuel Machado. **Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério**. In: RECITEC, Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139, 1998. Disponível em: <www.fundaj.gov.br/rtec/res/res-001.html>. Acesso em: 21 de Maio 2010.

MONTIBELLER NETO, G. **Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Critérios**. Dissertação de mestrado. EPS/UFSC. 1996.

ORAL, M., KETTANI, O., **The facets of the modelling and validation process in operational research**. *European Journal of Operational Research* 66, pp.216-234, 1993.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1996.