

Uma aplicação da análise de valor em uma empresa de manufatura através da UEP

Olívio Novaski (DEF/FEM/UNICAMP, SP, Brasil) – novaski@fem.unicamp.br

• Caixa Postal: 6122, CEP: 13083-860, Campinas-SP

Wellington de Assunção (Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, MA, Brasil) – wellinton@cct.uema.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é o de apresentar uma aplicação da análise de valor, através da adaptação de um plano de trabalho, que propõe seis etapas, tendo como apoio a unidade de esforço produtivo (UEP), em uma empresa de manufatura, para identificar e quantificar atividades que não agregam valor. Como resultado desta aplicação, foram identificadas as atividades desnecessárias e propostas ações de melhoria, levando a um aumento da eficiência, eficácia e produtividade. O método adaptado se mostrou eficiente e adequado em todos os seus passos.

Palavras-chave: Análise de valor, unidade de esforço de produção, perdas e valor agregado.

Abstract

The objective of this paper is to present an application of value analysis, through the adaptation of a work plan. The application of the work plan is proposed in six phases. The work plan is based on the production unit effort (PUE). PUE is used in a manufacturing company to identify and quantify activities that do not improve value. As results, unnecessary activities were identified and an action plan for improvement was proposed. When the improved action plan was put into effect, an increase in efficiency, efficacy and productivity was seen. The proposed plan proved to be efficient and adequate in all its steps.

Keywords: Analysis of value, production effort unit, losses and aggregate value.

1. INTRODUÇÃO

Com a competição cada vez mais acirrada entre as organizações, cresce a necessidade das empresas adotarem estratégias de manufatura, para orientar as atividades de seus sistemas de produção, buscando centrar esforços para obter excelência em determinados atributos que as diferenciem dos concorrentes e conquistar, assim, vantagens competitivas (custo, qualidade, confiabilidade, flexibilidade e rapidez), nos mercados em que atuam.

Na atual conjuntura de mercado, na qual há uma forte competitividade, percebe-se que o fator-chave do sucesso da empresa, está em oferecer ao cliente o melhor valor (produto ou serviço). A relação entre o desempenho e o custo do bem ou serviço deve ser a melhor para as partes interessadas (produtor e consumidor).

Neste contexto, as empresas de manufatura estão sendo obrigadas a se adaptarem à nova realidade de mercado e a se aperfeiçoarem de forma contínua e eficiente. Uma das principais tarefas da gerência da empresa atual é, então, a detecção e eliminação (ou redução) das atividades que não agregam valor ao produto. Neste sentido, a Análise de Valor é, sem dúvida, uma poderosa ferramenta de apoio gerencial na melhoria da eficiência interna dos processos produtivos.

Este trabalho objetiva apresentar uma aplicação da Análise de Valor, utilizando um método composto de seis fases, que sugere as ferramentas a serem utilizadas em cada fase. Desta forma, pode-se tornar um guia para a aplicação da Análise de Valor, em sistema de manufatura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE ANÁLISE DE VALOR

2.1. A análise de valor (AV) no desempenho competitivo da manufatura

Abreu (1996) explica que a Análise de Valor é uma metodologia sistemática de avaliação do valor, tanto para processos quanto para produtos e redução de custos. E, entendida em sua abrangência, permite que se utilize, conforme as condições microeconômicas da empresa e macro do ambiente em que esta se encontra inserida.

De forma um pouco mais abrangente, Possamai (1996) afirma que Análise de Valor pode ser considerada como um exame minucioso do valor de um objeto, seja ele um produto ou atividade, no que diz respeito às funções que ele exerce. Esta análise pode ser realizada com o objetivo de obter redução do custo do objeto, um aumento de seu valor, aumento da produtividade relativa, solução de problemas, etc. Essas ações devem ser executadas de maneira ordenada, segundo uma metodologia pré-estabelecida por uma equipe especialmente preparada e representativa de todos os setores envolvidos na produção, custeio, vendas, entre outros.

Assim, a metodologia em questão conduz a um processo de mudança, garantindo aumento da produtividade, melhoria da qualidade, lucratividade, envolvimento de maior número de pessoas e racionalização administrativa dos recursos utilizados na produção dos produtos.

Segundo Mendeiros (1998), a adoção da Análise de Valor fornece às pessoas uma abrangente oportunidade de utilizar os seus próprios conhecimentos específicos, para influenciar, de forma direta, no processo de manufatura ou até mesmo na concepção do projeto do produto.

A Análise do Valor passou a ser considerada como Gerenciamento do Valor, pois engloba os setores técnicos, produtivos, administrativos, financeiros e de mercado, sob o prisma do conceito de “Valor”, que a independe do tipo de produto ou processo analisado. Desta forma, a técnica passa ser um esforço organizado, dirigido para analisar as funções de bens e serviços, para atingir aquelas funções necessárias e características essenciais da maneira mais rentável. (CSILLAG, 1995)

2.2. Plano de trabalho da análise de valor

Csillag (1995) salienta que Lawrence D. Miles foi o pioneiro na utilização de um plano de trabalho, servindo-se como instrumento sistemático da metodologia AV. Pereira Filho (1994) sintetiza o plano de trabalho idealizado por Lawrence D. Miles, com bastante clareza (quadro 1).

| ETAPAS | FINALIDADE | PASSOS |
|-----------------------------|---|--|
| 1 – Fase de Preparação | Medidas preparatórias | 1.1 – Escolher o objeto de estudo; 1.2 – Determinar o objetivo; 1.3 – Compor o grupo de trabalho; 1.4 – Planejar as atividades. |
| 2 – Fase de Informação | Conhecer a situação atual | 2.1 – Obter as informações; 2.2 – Obter os custos; 2.3 – Descrever as funções |
| 3 – Fase de Análise | Examinar a situação atual | 3.1 – Analisar as funções; 3.2 – Determinar funções críticas; 3.3 – Enunciar problemas. |
| 4 – Fase de Criatividade | Obter idéias | 4.1 – Obter ideias; 4.2 – Agrupar ideias. |
| 5 – Fase de Desenvolvimento | Formular proposições | 5.1 – Formular e desenvolver alternativas; 5.2 – Viabilizar tecnicamente; 5.3 – Viabilizar economicamente; 5.4 – Decidir. |
| 6 – Fase de Implantação | Apresentar e implantar a solução proposta | 6.1 – Apresentar a proposta; 6.2 – Planejar a implantação; 6.3 – Implantar a alternativa; 6.4 – Acompanhar a implantação. |

Quadro 1 – Plano de trabalho de Miles.

Fonte: PEREIRA FILHO (1994).

2.3. Unidade de Esforço de Produção (UEP)

A manufatura é uma das funções que possui influência determinante no desempenho da empresa, pois para que ela venha a ter sucesso no mercado, deve possuir um sistema de manufatura enxuto e eficiente. Portanto, se faz necessário conhecer os custos de manufatura e saber gerenciá-los de forma eficaz. (COLMANETTI, 2001)

Nesse contexto, o método das Unidades de Esforço de Produção (UEP'S) mostra o esforço despendido no sentido de transformar a matéria-prima em produtos acabados. Estes esforços representam: mão-de-obra (direta e indireta), energia elétrica, manutenção, controle de qualidade e outros, que possam contribuir para a produção da empresa (KLEIMAN NETO, 1999).

Mensurar todos os esforços dentro de uma empresa que trabalha com uma família de produtos, empresas multiprodutoras, torna-se complicado. A forma encontrada para simplificar esta situação, foi estabelecer uma unidade (medida comum) que tornasse possível medir a produção em determinado período. Para a implementação e a operacionalização do método das UEP's, é essencial a compreensão de alguns conceitos, tais como: postos operativos, índices e produto-base (BORNIA, 1995).

a) Postos Operativos

O método das UEP'S requer que a empresa seja dividida em postos produtivos, de forma que possam ser alocados os custos agregados ao longo das etapas produtivas. O posto operativo é entendido por Bornia (1996), como sendo um conjunto formado por uma ou mais operações produtivas elementares, que apresentam a característica de serem semelhantes para todos os produtos que passam pelo posto operativo, diferindo, apenas, no tempo de passagem.

Assim, uma empresa poderá ser vista como um conjunto de postos operativos, cada um deles possuindo um certo potencial de produção. Esse potencial será transferido aos produtos, no momento de sua fabricação, pela geração de um esforço de produção. Pois um produto ao ser trabalhado num posto operativo, absorverá do mesmo um certo esforço de produção. A correta escolha das operações é que definirá a precisão dos dados. Quanto melhor elas forem escolhidas e maior for o seu detalhamento, mais precisos serão os resultados. Esta escolha pode, inclusive, ser determinante nos resultados da implantação das UEP's.

Ressalte-se que um posto operativo pode ser formado por uma máquina ou abranger várias máquinas (BORNIA, 1996).

b) Índices

Os índices referem-se aos custos de transformação da matéria em produto final, em determinado posto operativo, num dado momento. O custo da matéria-prima não é trabalhado pelo método, por isso, deve ser calculado separadamente.

À medida que o produto passa pelos postos operativos, ele absorve uma parte dos esforços de produção. Antunes Júnior (1994) lembra que se deve alocar, a cada um dos postos operativos, os principais custos de transformação que ele emprega durante uma hora de funcionamento. O somatório de todos os custos de transformação, absorvidos por um posto operativo, durante uma hora de trabalho, dará o índice do posto operativo.

c) Produto-base

Segundo Kleiman Neto (1999) salienta, o objetivo na definição do produto-base é que represente o melhor possível a estrutura de produção da empresa. Ele poderá ser o produto que transite pelo maior número de postos operativos ou então aquele que é trabalhado nos postos operativos mais significativos.

A boa definição do produto-base é fundamental para o método das UEP's, pois servirá de referencial para os esforços de produção despendidos pelos vários postos operativos.

d) Tempos de fabricação

Definidos os índices dos postos operativos e o produto-base, é necessário calcular as UEP's do produto-base, dos postos operativos e de toda a produção. Para tanto, há necessidade de informação dos tempos de processo de cada produto nos postos operativos. Nessa fase, portanto, identifica-se o processo dos produtos e os tempos requeridos no processamento.

O valor em UEP's, de um determinado produto, é calculado, através de um somatório que compreende a multiplicação das UEP/h dos postos operativos pelos respectivos tempos médios, em que o produto considerado deverá ser trabalhado nesses postos. Para tanto, é indispensável o conhecimento prévio dos tempos de processamento dos produtos, em cada um dos postos operativos. (KLEIMAN NETO, 1999)

Nesse sentido, Borna (1995) observa que deve haver uma reavaliação permanente dos tempos de fabricação, com o intuito de identificar modificação nos tempos. Tal procedimento possibilita a percepção de eventuais mudanças no processo produtivo.

e) Custo do produto-base

De posse de todas estas informações, pode-se calcular os custos parciais, que são os custos de produção de um produto em um posto operativo. Desta forma, se um posto operativo tem capacidade de 5(cinco) UEP/h e o processamento de um produto naquele posto foi de 0,4 horas, o produto absorve 2 (duas) UEP's. Somando-se as UEP's de todos os postos operativos do processo, será obtido o custo do produto.

2.4. Medidas de desempenho

Bornia (1995) salienta que para a gestão industrial, é essencial que se acompanhe a produção, por meio de medidas físicas. O método da UEP emprega três expressões para calcular os índices para esta finalidade: [2.1] eficiência; [2.2] eficácia e [2.3] produtividade horária.

$$\text{a) Eficiência} = \frac{\text{Produção real (em UEP's)}}{\text{Capacidade normal (em UEP's)}} \quad \text{equação [2.1]}$$

$$\text{b) Eficácia} = \frac{\text{Produção real (em UEP's)}}{\text{Capacidade utilizada (em UEP's)}} \quad \text{equação [2.2]}$$

$$\text{c) Produtividade} = \frac{\text{Produção real (em horas equivalentes)}}{\text{Total de horas trabalhadas}} \quad \text{equação [2.3]}$$

O índice de eficiência compara a produção atingida com a capacidade da empresa. O índice de eficácia verifica, dentro do período de produção executado, o quanto foi realmente produzido. Por último, o índice de produtividade relaciona a produção do período com o tempo de trabalho.

De acordo com Kleiman Neto (1999), a obtenção desses índices pode ser feita instantânea e localizadamente, facilitando a identificação e o diagnóstico dos eventuais desvios de produção, possibilitando a adoção de medidas corretivas rápidas e efetivas.

Desta forma, o conhecimento destes índices permite que medidas sejam tomadas, no sentido de melhorar a produção. E esse conhecimento incentiva a criação de outros índices para, cada vez mais, incrementar o processo produtivo. Assim, é de suma importância, saber os índices de desempenho, para apoiar futuras decisões, no sentido de prestar informações para a busca da melhoria contínua.

3. MÉTODO DE TRABALHO

3.1. Método Proposto

O método proposto para a aplicação da análise de valor, teve como base, o plano proposto por Miles (quadro 1), e compreende seis etapas: mapeamento dos processos, descrição das funções, obtenção dos custos, identificação dos problemas, formulação de proposição e verificação das ações (figura 1).

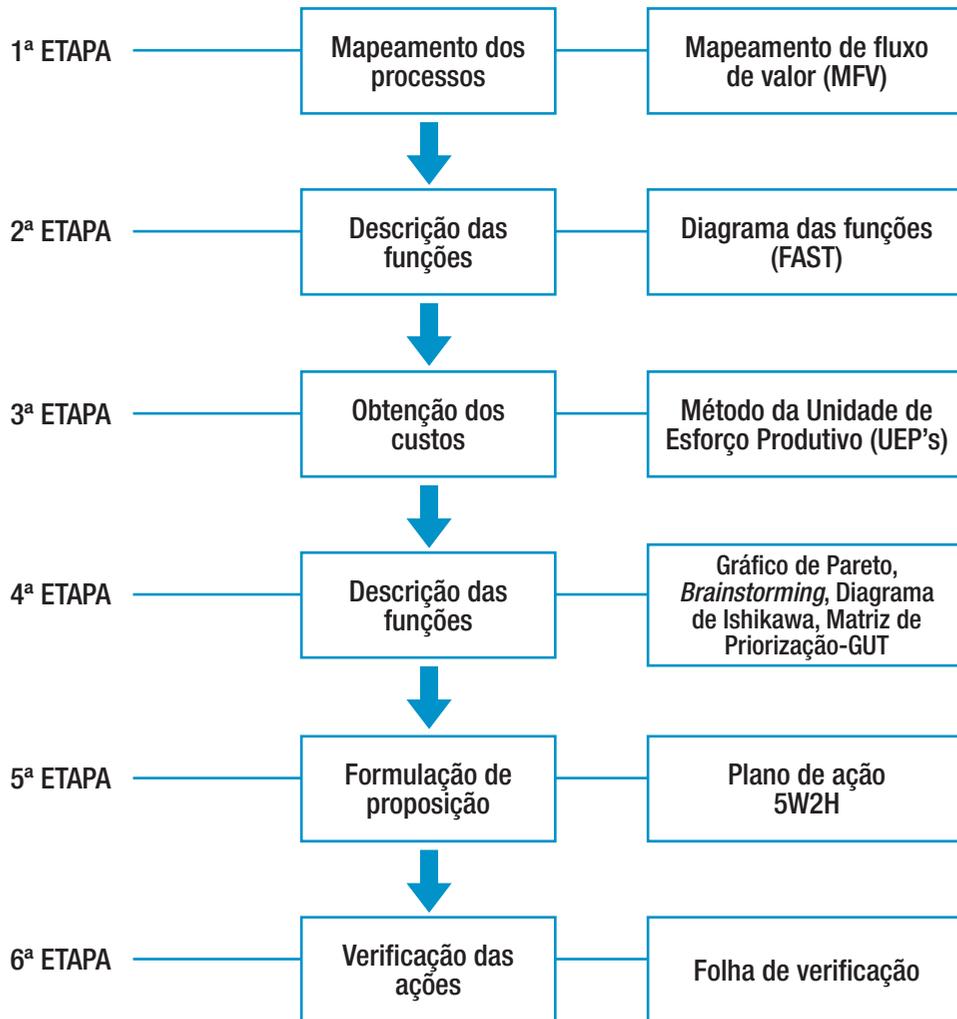


Figura 1 – Plano de trabalho proposto.

4. APLICAÇÃO

4.1. Caracterização da empresa

A empresa selecionada para a aplicação do método proposto, foi uma empresa de transformadores, localizada no parque industrial de São Luís. Trata-se de uma empresa de médio porte, com cerca de 85 funcionários e uma produção mensal de, aproximadamente, 150 tipos de transformadores elétricos de distribuição. A empresa foi fundada em 1988 e durante 12 anos, se concentrou em recondicionar transformadores para a Companhia Energética do Maranhão (CEMAR). A partir do ano 2000, passou a produzir transformadores para sistemas elétricos monofásicos e trifásicos, com potência de 3KVA até 300KVA, imersos em óleo mineral isolante.

A empresa é considerada pelo setor, uma das mais avançadas fábricas de transformadores elétricos de distribuição de todo norte e nordeste, contando com modernas instalações, tecnologia e uma equipe técnica especializada e possui representantes em diversos estados do norte e nordeste, com uma equipe de vendas na fábrica. A empresa tem como premissa de manufatura, a utilização de materiais novos, especificados e padronizados, conforme as normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NBR 5440 e NBR 5356. Os transformadores, antes de serem expedidos, são testados na fábrica, garantindo, assim, o seu perfeito funcionamento. A empresa segue os mais rigorosos requisitos de qualidade, cuja finalidade é oferecer a segurança e a confiabilidade dos seus produtos.

4.2. Aplicação do modelo de Análise de Valor do Processo (AVP)

4.2.1. Mapeamento dos processos (Etapa 1)

Devido à grande variedade de produtos (3KVA até 300KVA de potência), escolheu-se a manufatura do transformador trifásico de 45KVA de potência, pelo fato de ser o tipo de transformador que tem as configurações técnicas mais solicitadas pelos clientes.

A empresa apresenta um tipo de produção sob encomenda, pois só inicia a manufatura, a partir de um pedido confirmado pelo cliente. À época do estudo, um pedido levava em média 35 dias para percorrer todos os postos produtivos necessários, conforme visto na figura 2.

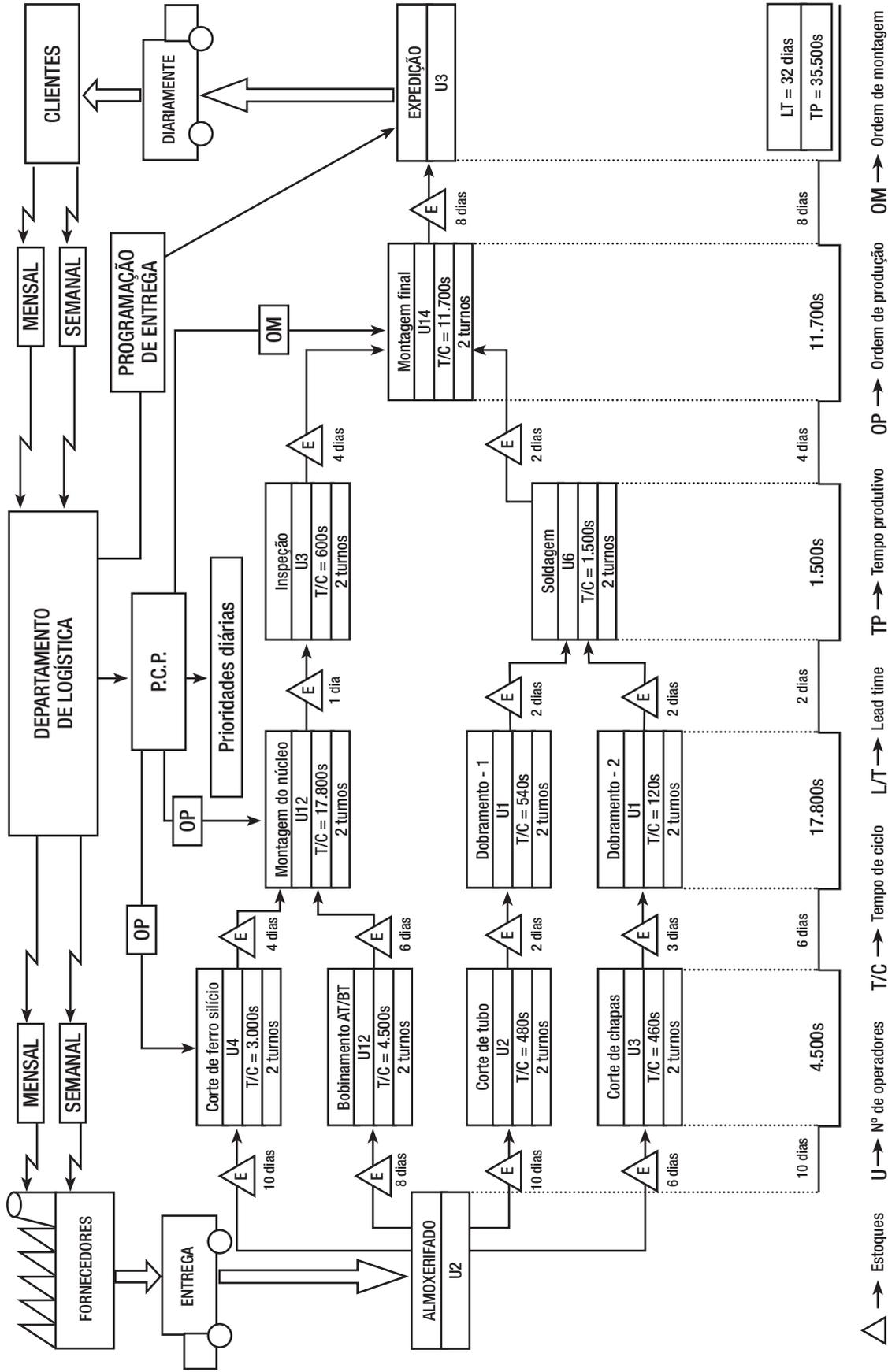


Figura 2 – Mapeamento do estado atual do processo.

4.2.2. Descrição das funções (Etapa 2)

Após o conhecimento do sistema de administração da produção, pelo mapeamento de fluxo de valor (figura 2), foi possível visualizar as áreas do processo produtivo da empresa. Antes da elaboração do diagrama FAST (*Function Analysis System Technique*), o processo produtivo foi decomposto em funções, como mostra o quadro 2.

| CÓDIGO DA FUNÇÃO | DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO |
|------------------|---|
| A | Corte de chapa para núcleo |
| B | Enrolamento de bobina p/ baixa tensão(Bt) |
| C | Enrolamento de bobina de alta tensão (At) |
| D | Alojamento de bobinas At e Bt |
| E | Montagem de núcleo |
| F | Teste do número de espira |
| G | Secagem do núcleo ativo |
| H | Montagem final da parte ativa |
| I | Corte de tubos p/ radiadores |
| J | Dobramento de tubos p/ radiadores |
| L | Corte de chapas traçadas |
| M | Dobramento de chapas |
| N | Bordeamento do tanque |
| O | Fabricação do tanque |
| P | Soldagem das partes (radiadores + tanque) |
| Q | Teste do conjunto (radiadores + tanque) |
| R | Jateamento do conjunto (radiadores + tanque) |
| S | Pintura do conjunto (radiadores + tanque) |
| T | Montagem final da parte da caldeiraria |
| U | Montagem final das partes (ativa + caldeiraria) |
| V | Teste do conjunto (ativa + reativa) |
| Z | Produção do transformador |

Quadro 2 – Descrição das funções

De posse da descrição das funções, visto no quadro 2, teve-se o desenvolvimento do diagrama FAST (figura 3). O tempo de fabricação (T_f) se dá pelo somatório do tempo efetivo de fabricação (T_{ef}), mais o tempo de *setup*, para cada operação nos postos produtivos. Para este trabalho, foram utilizados os tempos médios gastos em cada posto produtivo, no intuito de obter uma quantidade de UEP, absorvida em cada etapa do processamento do produto-base (transformador trifásico de 45 KVA).

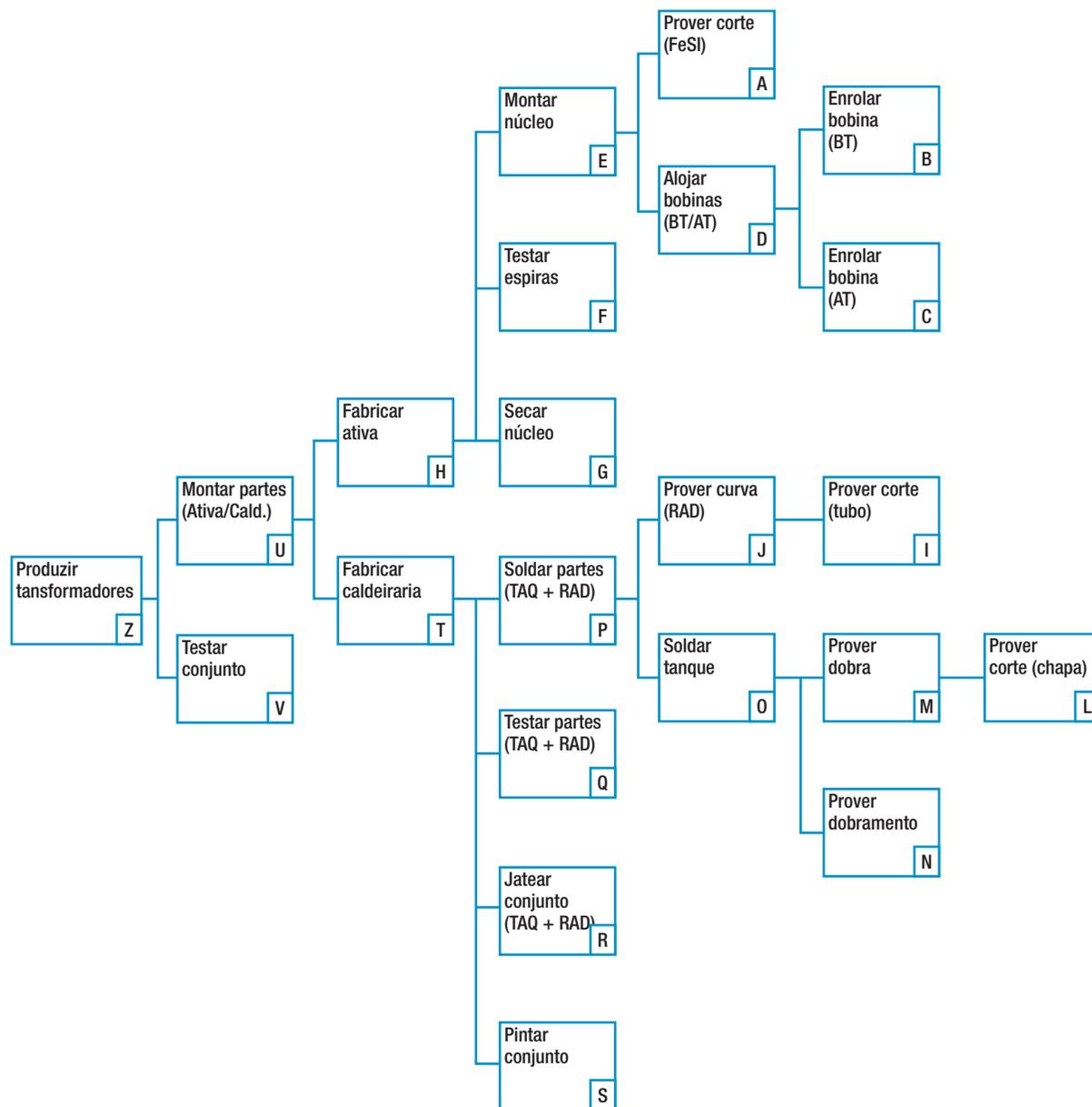


Figura 3 – Diagrama FAST desenvolvida na empresa.

4.2.3. Obtenção dos Custos das Funções (Etapa 3)

O conhecimento das atividades no processo produtivo, possibilitou dividir a fábrica em nove Postos Operativos (PO's). Cada posto aglomera um conjunto de operações (funções) (quadro 3).

| POSTO OPERATIVO | CÓDIGO DA FUNÇÃO DESEMPENHADA |
|-----------------|--|
| P01 | A) Corte de chapa p/ o núcleo |
| P02 | B) Enrolamento de bobinas de baixa tensão (BT) C) Enrolamento de bobinas de alta tensão (AT) |
| P03 | D) Alojamento das bobinas AT / BT E) Montagem do núcleo F) Testar o número de espira G) Secagem do núcleo |
| P04 | I) Corte de tubos p/ radiadores J) Dobramento de tubos p/ radiadores |
| P05 | L) Corte de chapas traçadas M) Dobramento de chapas N) Bordear tanque O) Soldagem de chapas (fundo + lateral) P) Soldagem de partes (radiadores + tanque)0 |
| P06 | Q) Testar conjunto (radiadores + tanque) R) Jatear conjunto (radiadores + tanque) |
| P07 | S) Pintura |
| P08 | U) Montagem final das partes (ativa + caldeiraria) |
| P09 | V) Testar conjunto (ativa + caldeiraria) |

Quadro 3 – Determinação dos postos operativos pelas funções desempenhadas.

Para calcular os índices desses postos operativos, foram considerados três itens de custos de transformação, quais sejam: mão-de-obra direta (MOD), depreciação das máquinas e energia elétrica. Os custos das matérias-primas foram calculados separadamente, de acordo com Bornia (1996).

O produto-base (45KVA) passa por todos os postos operativos, que compõem o processo produtivo do transformador de distribuição. O registro dos tempos de cada posto é de suma importância na determinação da UEP e, conseqüentemente, do seu custo. O quadro 4 mostra os postos operativos com seus respectivos tempos de passagem nos postos.

| POSTO OPERATIVO | CÓDIGO DA FUNÇÃO | TEMPO DA FUNÇÃO (min) | Σt | TEMPO EM (horas) |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|------------|------------------|
| P01 | A | 78 | 78 | 1,30 |
| P02 | B C | 175 235 | 410 | 6,82 |
| P03 | D E F G | 10 212 20 55 | 297 | 4,97 |
| P04 | I J | 24 11 | 35 | 0,58 |
| P05 | L M N O P | 10 9 6 9 27 | 61 | 1,03 |
| P06 | Q R | 38 20 | 58 | 0,96 |
| P07 | S | 80 | 80 | 1,33 |
| P08 | U | 66 | 66 | 1,10 |
| P09 | V | 25 | 25 | 0,41 |
| TOTAL | | | 1.110 | 18,50 |

Quadro 4 – Tempo de passagem nos postos operativos

Como o *mix* da produção da fábrica engloba sempre produtos diferentes e com mesmo volume de mão-de-obra para cada produto, foi necessário referenciar a produção do período considerado (de um mês) a um produto padronizado equivalente, denominado de unidade padrão. O quadro 5 apresenta as informações obtidas, junto à Contabilidade da empresa, para a quantificação dos custos, em um período de um mês.

| ITEM DE CUSTO | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | TOTAL |
|------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| MOD | 18,20 | 85,83 | 55,00 | 18,12 | 48,00 | 13,50 | 20,00 | 29,35 | 20,00 | 326 |
| CIF | 4,00 | 7,00 | 12,50 | 4,00 | 6,00 | 2,50 | 4,00 | 3,50 | 4,50 | 37 |
| Energia Elétrica | 6,00 | 20,00 | 68,00 | 6,00 | 15,00 | 4,00 | 8,00 | 9,50 | 10,00 | 141,50 |
| TOTAL(R\$) | 28,20 | 112,83 | 135,50 | 28,12 | 69,00 | 20,00 | 32,00 | 42,35 | 34,50 | 504,50 |

Quadro 5 – Demonstração dos custos nos postos (Transformador de 45 KVA)

O valor de uma UEP, ou seja, de um transformador de 45 KVA, foi de R\$ 504,50 (quadro 5), utilizando um tempo total para sua produção de 18,50 horas (quadro 4).

O quadro 6 mostra os dados obtidos junto aos postos operativos, pelos seus respectivos líderes, por meio da observação dos tempos médios consumidos. A partir da verificação destes tempos, foi estimado para um mês, o valor em UEP's, para a produção realizada, produção retrabalhada e produção refugada nos postos.

| Informações | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | Total |
|------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Tempo disponível (h) | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 | - |
| Tempo médio trabalhado (h) | 120 | 170 | 130 | 120 | 130 | 120 | 140 | 130 | 144 | - |
| Potencial produtivo em UEP/h | 0,07 | 0,35 | 0,26 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | 1 |
| Produção possível (UEP) | 8,40 | 60,99 | 34,8 | 3,72 | 7,15 | 6,12 | 9,94 | 7,67 | 3,17 | 142 |
| Produção realizada (UEP) | 6,00 | 48,40 | 28,0 | 2,94 | 5,20 | 5,24 | 8,48 | 6,98 | 2,86 | 114,1 |
| Produção retrabalhada (UEP) | 1,84 | 5,20 | 1,80 | – | 0,98 | 0,30 | 0,80 | 0,68 | 0,08 | 11,68 |
| Produção refugada (UEP) | 0,56 | 2,60 | – | 0,08 | 0,95 | – | 0,04 | – | – | 4,23 |

Quadro 6 – Informações sobre as atividades em um período de um mês.

A quantidade de UEP para produção retrabalhada e refugada foi estimada pelo tempo utilizado nas atividades que não agregaram valor ao produto, ou seja, gasto desnecessário nas operações dentro dos postos operativos.

O quadro 7 apresenta uma demonstração geral dos custos comparativos de cada função desempenhada. A primeira e a segunda colunas representam o código e o tipo de função. Na terceira, tem-se o custo da função. Na última coluna, tem-se o percentual no peso total do custo de uma UEP no processo produtivo.

| COD | FUNÇÕES | R\$ / CUSTO | % C |
|-----|---------------------------------------|-------------|-------|
| A | Prover corte (chapas) | 35,45 | 7,02 |
| B | Enrolar bobina At / Bt | 186,33 | 36,92 |
| C | Alojar bobinas BT / AT | 4,54 | 0,90 |
| D | Montar núcleo | 96,80 | 19,18 |
| E | Testar espiras | 9,09 | 1,80 |
| F | Secar núcleo | 25,00 | 4,95 |
| G | Fabricar parte (ativa) | 357,21 | 70,80 |
| H | Prover corte (tubos) | 10,90 | 2,16 |
| I | Prover curva (tubos) | 4,98 | 0,98 |
| J | Prover corte (tubos) | 4,54 | 0,89 |
| L | Prover dobra (tubos) | 4,09 | 0,81 |
| M | Bordear manto | 2,72 | 0,54 |
| N | Fabricar tanques | 4,09 | 0,81 |
| O | Soldar partes (radiador / tanque) | 12,72 | 2,52 |
| P | Testar conjunto | 17,27 | 3,42 |
| Q | Jatear conjunto | 9,09 | 1,80 |
| R | Pintar conjunto | 36,36 | 7,20 |
| S | Fabricar parte (caldeiraria) | 106,78 | 21,16 |
| T | Montar partes (ativa + caldeiraria) | 29,98 | 5,94 |
| U | Testar conjunto (ativa + caldeiraria) | 11,37 | 2,25 |
| V | Produzir transformador - 45KVA | 504,50 | 100% |

Quadro 7 – Cálculo dos custos por funções.

Com este procedimento, tem-se um índice de custos para cada posto operativo do processo produtivo. No quadro 8, estão dispostos os custos realmente incorridos nos postos.

| POSTO OPERATIVO | TEMPO (H) | Potencial Produtivo UEP/h | CUSTO R\$ |
|-----------------|-----------|---------------------------|-----------|
| P01 | 1,30 | 0,070 | 35,32 |
| P02 | 6,82 | 0,368 | 186,72 |
| P03 | 4,97 | 0,268 | 136,21 |
| P04 | 0,58 | 0,031 | 15,13 |
| P05 | 1,03 | 0,055 | 30,27 |
| P06 | 0,96 | 0,051 | 25,87 |
| P07 | 1,33 | 0,071 | 34,71 |
| P08 | 1,10 | 0,059 | 29,47 |
| P09 | 0,41 | 0,022 | 10,80 |
| TOTAL | | | 504,50 |

Quadro 8 – Índices nos postos operativos

4.2.4. Identificação do Problema (Etapa 4)

Após o conhecimento das informações coletadas durante um mês, visto no quadro 6, foi possível estruturar o quadro 9, em que se revela o nível de produtividade, retrabalho, refugos e outras perdas em cada posto operativo, em função da unidade de esforço padrão, absorvida durante a fase produtiva. Entretanto, destaca-se que as perdas (retrabalho e refugo) mencionadas apresentam um valor significativo para busca de uma melhoria.

Durante o período em estudo, observou-se que as perdas na produção foram de 27,9 UEP (142-114,10; produção possível-produção realizada, do quadro 6), isto representa cerca de 19,64% da capacidade utilizada, ou seja, é um valor que não está sendo agregado na produção.

| POSTO OPERATIVO | PRO9DUT. (%) | RETRABALHO (%) | REFUGO (%) | RETR.+REF. (%) | OUTRAS PERDAS (%) |
|-----------------|--------------|----------------|------------|----------------|-------------------|
| P01 | 71,40 | 21,90 | 6,66 | 28,56 | 0,04 |
| P02 | 79,35 | 8,52 | 4,26 | 12,78 | 7,87 |
| P03 | 80,30 | 8,03 | – | 8,03 | 11,67 |
| P04 | 77,90 | – | 2,15 | 2,15 | 19,95 |
| P05 | 92,72 | 3,0 | 3,28 | 6,28 | 0,70 |
| P06 | 85,60 | 4,90 | – | 4,90 | 9,50 |
| P07 | 85,30 | 8,04 | 0,40 | 8,44 | 6,26 |
| P08 | 91,00 | 8,86 | – | 8,86 | 0,14 |
| P09 | 92,80 | 2,52 | – | 2,52 | 4,68 |

Quadro 9 – Percentual de perdas nos postos operativos.

5. FORMULAÇÃO DE PROPOSIÇÃO E VERIFICAÇÃO DAS AÇÕES (ETAPAS 5 E 6)

O posto P01 foi eliminado do estudo, uma vez que a empresa passou a adquirir, de outros fornecedores do sul do país, chapas de Fe e Si, nas dimensões exatas do projeto. Com isto, a empresa deixou de ter 28,56% de perdas (retrabalho, refugo) no processo de corte, o maior valor encontrado no processo, conforme mostra o quadro 9.

No posto P02, utilizando-se o conceito de 5W2H, foram implementadas melhorias, dentre as quais a que resultou em uma redução no tempo médio de preparação. O valor da UEP passou então de 0,368 UEP/h (quadro 8) para 0,331 UEP/h (tabela 1).

Tabela 1 – Informações no P02 após implementações de melhorias.

| INFORMAÇÕES NO MÊS após melhorias | QUANTIDADE (UEP's) |
|-----------------------------------|--------------------|
| Tempo disponível (h) | 196 |
| Tempo médio trabalhado (h) | 160 |
| Potencial produtivo em (UEP/h) | 0,331 |
| Produção possível (UEP) | 61,88 |
| Produção realizada (UEP) | 55,00 |
| Produção retrabalhada (UEP) | 2,6 |
| Produção refugada (UEP) | 1,00 |

Após o levantamento das atividades no posto P02, foi efetuado um quadro de comparação das perdas por retrabalho e refugo, antes e depois da execução do plano de análise de valor (quadro 10).

| POSTO OPERATIVO | RETRABALHO ANTES | REFUGO ANTES | RETRABALHO APÓS | REFUGO APÓS | REDUÇÃO DAS PERDAS % |
|-----------------|------------------|--------------|-----------------|-------------|----------------------|
| P 01 | 1,84 | 0,56 | - | - | 100% |
| P 02 | 5,2 | 2,6 | 2,6 | 1,0 | 46,15% |

Quadro 10 – Comparações das perdas antes e após o plano nos postos P01 e P02.

Concluída a verificação, observou-se que a redução total das perdas, por retrabalho e refugo, foi de 6,6 UEP's, ou seja, 2,40 do P01 e 4,2 do P02, representando cerca de 56,5% das perdas totais no processo produtivo. Esta etapa final justifica a utilização de um sistema de custos, focada nas funções das atividades realizadas dentro do posto P02.

A redução do *setup*, no posto P02 foi de 20 minutos na confecção de uma bobina de baixa tensão e 14 minutos na bobina de alta tensão. Um transformador necessita de seis bobinas (3 para alta e 3 para baixa tensão); desta forma, houve uma economia de tempo total neste posto, de 102 minutos, ou seja, 24,8%. As implementações das melhorias proporcionaram um novo tempo total de 930 minutos (1110-78-102; quadro 4), perfazendo um total de 15,5h no sistema produtivo. Com isto, observou-se um ganho de 16,21% do tempo produtivo na manufatura.

Para melhor se analisar os resultados e fazer um acompanhamento das melhorias, foram usados os indicadores de desempenho: índice de eficiência, índice de eficácia e índice de produtividade. Estes índices serão observados para o posto P02. Para o posto P01 não será avaliado, em virtude de ter sido desativado, após o plano de melhoria.

As horas equivalentes da produção real são definidas pelo valor da produção realizada, (UEP) multiplicada pelo potencial produtivo (UEP/h). Cabe salientar que a capacidade utilizada (UEP) se refere à produção possível (UEP). As informações contidas no quadro 6 e na tabela 1 permitem efetuar os cálculos dos índices antes e após o plano de melhoria.

a) Índice de Eficiência:

$$\text{Antes: Eficiência} = \frac{48,40\text{UEP}}{196h \times 0,368} = 0,67$$

$$\text{Após: Eficiência} = \frac{55\text{UEP}}{196h \times 0,331} = 0,84$$

b) Índice de Eficácia:

$$\text{Antes: Eficácia} = \frac{48,40\text{UEP}}{60,99} = 0,79$$

$$\text{Após: Eficácia} = \frac{48,40\text{UEP}}{61,88} = 0,88$$

c) Índice de Produtividade:

$$\text{Antes: Produtividade} = \frac{48,40 \times 0,358\text{UEP} / h}{170h} = 0,10$$

$$\text{Após: Produtividade} = \frac{55\text{UEP} \times 0,331\text{UEP} / h}{160h} = 0,11$$

De posse desses valores, confeccionou-se o quadro 11, que mostra os índices de eficiência, eficácia e produtividade, antes e após as implementações das ações do plano de melhoria, no posto P02.

| Índice | Antes | Após | % |
|---------------|-------|------|--------|
| Eficiência | 0,68 | 0,84 | +23 |
| Eficácia | 0,79 | 0,88 | + 11,3 |
| Produtividade | 0,10 | 0,11 | +10 |

Quadro 11 – Índices de desempenho no posto 02.

No quadro 11, observa-se que o posto P02 apresentou um aumento de 23%, na eficiência, 11,3%, na eficácia e 10% na produtividade. A contribuição da melhoria, através da Análise de Valor de Processo (AVP), foi de suma importância, embora a aplicação tenha limitado basicamente a dois postos operativos P01 e P02, devido ao fato de que estes se mostraram com mais oportunidades para reduzir custos e, por consequência, aumentar a competitividade da empresa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi proposta uma adaptação do plano de ação da AV de Miles, cuja adaptação compõe-se de seis etapas. Estas seis etapas iniciam-se com o mapeamento dos processos e encerram-se com a verificação das ações, propostas na etapa 6.

Com esta adaptação, foi feita uma aplicação prática em uma empresa de manufatura de transformadores. Esta aplicação mostrou bons resultados, pois apontou as causas dos desperdícios e auxiliou na proposição de ações de melhorias, e, embora focado basicamente em um único posto operativo, apresentou aumentos significativos na eficiência, eficácia e produtividade, o que valida a utilização do método proposto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Romeu Carlos Lopes. **Análise de valor: um caminho para a otimização dos custos e do uso dos recursos**, 1ª ed. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1996.

ANTUNES JÚNIOR, J. A. **Fundamentação do método das unidades de esforço de produção**. Florianópolis-SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1994, 135p. Dissertação (Mestrado).

BORNIA, Antonio Cezar. **A utilização do método da unidade de esforço de produção na quantificação das perdas internas da empresa**. Anais do IV Congresso Internacional de Custos, Campinas-SP, 16 a 20 de Outubro de 1995.

BORNIA, Antonio Cezar. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: Uma abordagem de controle interno**. Florianópolis-SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1996. 139p. Tese (Doutorado).

COLMANETTI, Marcelo Silveira. **Modelagem de sistema de manufatura orientada pelo custeio das atividades e processos**. São Carlos: departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, 2001.158p. Dissertação (Mestrado).

CSILLAG, João Mário. **Análise de Valor: metodologia do valor; engenharia do valor; gerenciamento do valor; redução de custos, racionalização administrativa**, 3a ed., São Paulo, Atlas, 1995.

KLEIMAN NETO, Francisco José. **Apostila de Custos Industriais**, Florianópolis-SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 129p. 1999.

MENDEIROS, João T. J. **Uma aplicação da metodologia de análise do valor na verificação dos valores ambientais do processo produtivo numa empresa do setor cerâmico catarinense**. Florianópolis-SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1998. 156p. Dissertação (Mestrado).

PEREIRA FILHO, R. R. **Análise de Valor: um processo de melhoria contínua**. São Paulo: Nobel, 1998.

POSSAMAI, Osmar. **Apostila Análise do valor**. Florianópolis, UFSC, 1996.