



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

João Paulo Schmalz

ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE CÉLULAS DE
MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM:
USO DE PLANILHA ELETRÔNICA

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS

2003

JOÃO PAULO SCHMALZ

**ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE
CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE
SERVIÇOS DE USINAGEM: USO DE PLANILHA
ELETRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2003

JOÃO PAULO SCHMALZ

**ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE
CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE
SERVIÇOS DE USINAGEM: USO DE PLANILHA
ELETRÔNICA**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de dezembro de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.
Orientador

Prof. Nelson Casarotto Filho, Dr.

Prof. Oscar Ciro Lopez Vaca, Dr.

*A meus filhos, Ana Carolina e João Paulo pela
compreensão e incentivo.*

*A meus pais Herbert e Ilza, que sabiamente me
puseram de volta aos trilhos desta estrada chamada
estudar.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação:

Ao meu professor orientador Antonio Cezar Bornia, pelas orientações.

À Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade do Estado de Santa Catarina pela oportunidade.

Aos colegas de trabalho e amigos que em muito contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao Carlos Eduardo, Jerzy e Paulo.

À equipe de professores da UFSC que se esforçaram e abriram mão de horas de lazer para a realização do curso em Joinville, minha gratidão.

À equipe de profissionais na Softwille pelo empenho e dedicação.

A minha irmã Odete pela leitura e correção deste trabalho.

À minha família, em especial a meus filhos Ana Carolina e Junior, que com sabedoria alternadamente me incentivavam e desafiavam nas horas de mais difíceis.

À minha namorada Vera pelo carinho, compreensão e incentivo que sempre me proporcionou.

EPÍGRAFE

RESUMO

SCHMALZ, João Paulo. **Análise de investimentos em projetos de células de manufatura para prestação de serviços de usinagem**: uso de planilha eletrônica. 2003. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

O trabalho propõe um sistema que objetiva apoiar a análise de investimentos em projetos de células de manufatura destinadas à prestação de serviços de usinagem. O sistema proposto foi desenvolvido para ser utilizado em planilha eletrônica de cálculo. Sete módulos compõem o sistema: no primeiro módulo, caracteriza-se o projeto da célula de manufatura; no segundo módulo, definem-se as premissas gerais; no terceiro módulo, especificam-se os investimentos; no quarto módulo, determinam-se os materiais consumidos nas operações de usinagem; no quinto módulo, definem-se as quantidades de mão-de-obra; no sexto módulo, são calculados e apresentados a demonstração de resultados e o fluxo de caixa do projeto e no sétimo módulo, apresenta-se um conjunto de indicadores econômico-financeiros. Os indicadores econômico-financeiros demonstram o comportamento de diversos parâmetros de avaliação de projetos ao longo de sua vida, além de permitir, de forma interativa, fazer a análise de sensibilidade do projeto no que tange a suas variáveis de maior importância, quais sejam: preço de venda, volumes de venda de serviços, custo dos materiais de consumo, custo da mão-de-obra, custo da energia elétrica, custo de manutenção, valor dos investimentos, despesas da unidade funcional e despesas corporativas. O sistema foi aplicado em um caso real numa empresa metalúrgica e permitiu avaliar um negócio potencial para o fornecimento de serviços de usinagem de um subconjunto de caixa de direção a ser fornecido à uma montadora de veículos da indústria automotiva nacional, demonstrando ser uma ferramenta eficaz no apoio ao processo de análise e decisão sobre investimentos.

Palavras-chave: Investimentos. Células de manufatura. Usinagem.

ABSTRACT

SCHMALZ, João Paulo. **Análise de investimentos em projetos de células de manufatura para prestação de serviços de usinagem**: uso de planilha eletrônica. 2003. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

This job proposes a system that intends to analyze investments in manufacturing cells for machining purpose. The proposed system was developed for use on electronic spreadsheet. The system consist of seven modules: in the first module, the project is specified; in the second module, the main premises of the project are defined; in the third module, the amount of investments needed are defined; in the fourth module, the amount of materials consumed by the machining operations are defined; in the fifth module, the men power needed are entered; in the sixth module, the financial result and the cash flow are shown and in the seventh and last module, a set of economic and financial indicator are presented. The economic and financial indicators show the behavior of several project evaluation parameters, during the project live. Further more it allows, in a interactive way, to perform a sensibility analysis of the project over it's most important variables such as: selling price; volume of machining service; cost of materials; man power cost; electricity cost; maintenance cost; investments; business unit expenses and corporative expenses. The system was applied in a real case at a metallurgical industry and allowed to evaluate a potential new business for selling the machining service for a set of steering gear case to a national automotive assembler company and demonstrated to be a efficient tool to support the process of analysis a decision on investments.

Key words: Investment. Manufacturing cells. Machining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de <i>Layout</i> de Célula de Manufatura	21
Figura 2: Diagrama de Fluxo de Caixa	28
Figura 3: Definição de Valor Econômico Agregado (EVA)	34
Figura 4: Ciclo de Vida Comercial do Produto.....	37
Figura 5: Tendência do Mercado.....	38
Figura 6: Estrutura do Sistema.....	43
Figura 7: Planilha Investimentos.....	56
Figura 9: Planilha Mão-de-obra	59
Figura 10: Fluxograma da aplicação do sistema	80
Figura 11: Tampa; Carcaça e Válvula	83
Figura 12: Célula de Usinagem	84
Figura 13: Caracterização do projeto	85
Figura 14: Premissas Básicas	87
Figura 15: Módulo 3 – Investimentos em equipamentos e instalações.	89
Figura 16: Módulo 3 – Investimentos em Dispositivos de Fixação.....	89
Figura 17: Módulo 3 – Investimentos em Ferramentais de Controle.	90
Figura 18: Módulo 4 – Materiais de consumo.....	91
Figura 19: Mão-de-Obra	92
Figura 20: Indicadores.....	93
Figura 21: Painel de operação de Análise de Sensibilidade.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Demonstração de resultados	27
Quadro 2: Fluxo de Caixa	28
Quadro 3: Demonstração de resultados	33
Quadro 4: Custo de Capital Ponderado	35
Quadro 5: Análise de Sensibilidade	94
Quadro 6: Índices do Projeto	95
Quadro 8: Análise de Sensibilidade	96

LISTA DE SIGLAS

COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentações Financeiras.
CS	Contribuição Social.
EVA	Economic Value Added
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.
IR	Imposto de Renda.
PIS	Programa de Integração Social
VAUE	Método do Valor Anual Uniforme Equivalente.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 TEMA E PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 METODOLOGIA	17
1.5 LIMITES	18
1.6 ESTRUTURA	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 CÉLULA DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM	20
2.1.1 USINAGEM	20
2.1.2 CÉLULAS DE MANUFATURA	21
2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	22
2.2.2 CONCEITOS BÁSICOS	23
2.2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	28
2.3 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM	36
2.3.1 PARTICULARIDADES DAS CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM	36
2.3.2 FATORES PARA ANÁLISE	40
2.3.2.1 Fator Técnico	40
2.3.2.2 Fator Operacional	40
2.3.2.3 Fator Econômico	41
2.3.2.4 Procedimentos	41
2.3.2.5 Simulação	41
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
3 SISTEMA PROPOSTO	43
3.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA	43

3.2 MÓDULOS QUE COMPÕEM O SISTEMA.....	44
3.2.1 MÓDULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO	44
3.2.2 MÓDULO 2 – PREMISSAS BÁSICAS	46
3.2.3 MÓDULO 3 – INVESTIMENTOS	49
3.2.4 MÓDULO 4 – MATERIAIS DE CONSUMO VARIÁVEIS	56
3.2.5 MÓDULO 5 – MÃO-DE-OBRA E CUSTOS RELACIONADOS A MÃO-DE-OBRA	58
3.2.6 MÓDULO 6 – DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS E FLUXO DE CAIXA	60
3.2.7 MÓDULO 7: FLUXO DE CAIXA	77
3.2.8 MÓDULO 8: INDICADORES	77
3.3 PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA	79
4 APLICAÇÃO DO SISTEMA - ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM	82
4.1 DADOS GERAIS.....	82
4.1.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	82
4.1.2 PRODUTOS USINADOS	83
4.1.3 DIMENSÕES DO NEGÓCIO.....	83
4.1.4 O ARRANJO FÍSICO (LAYOUT).....	84
4.2 APLICAÇÃO DO SISTEMA.....	85
4.2.1 ETAPA 1 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO - MÓDULO 1	85
4.2.2 ETAPA 2 – ATUALIZAÇÃO DAS PREMISSAS BÁSICAS - MÓDULO 2 ...	86
4.2.3 ETAPA 3 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS INVESTIMENTOS - MÓDULO 3.....	88
4.2.4 ETAPA 4 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSUMO - MÓDULO 4	90
4.2.5 ETAPA 5 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MÃO-DE-OBRA - MÓDULO 5	91
4.2.6 ETAPA 6 – VERIFICAÇÃO DOS INDICADORES - MÓDULO 8	92
4.2.7 ETAPA 7 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - MÓDULO 8.....	93
4.3 ANÁLISE DO PROJETO	94
4.4 RESULTADOS.....	97

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	99
5.1 CONCLUSÕES	99
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	100
REFERÊNCIAS	101

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMA

As organizações vivem o momento da competição global. Há alguns aspectos relevantes no contexto que afetam as empresas atuais. O primeiro diz respeito à rapidez das mudanças, melhorias contínuas, novos processos, lançamentos rápidos de produtos melhores, mais funcionais e de vida mais curta. O segundo diz respeito à tendência de grandes empresas focarem seu negócio principal, *core business*, e terceirizarem os componentes e serviços considerados não essenciais.

No Brasil, as empresas montadoras de veículos do setor automotivo, seguindo esta tendência criaram, entre outros, o mercado da terceirização de serviços de usinagem de componentes. Na prática, trata-se da desverticalização da cadeia de suprimentos. Assim, se no passado comprava-se componentes em estado bruto, que passavam pelo processo de usinagem em suas próprias instalações, hoje se dá preferência à compra de componentes prontos para serem utilizados nas respectivas linhas de montagem.

O mercado da terceirização de serviços de usinagem de componentes abre oportunidades de novos negócios e, aos competidores, fomenta a necessidade de apoiar-se em ferramentas adequadas para suportar o processo decisório.

Nesse ambiente a decisão de entrar ou não em um novo negócio de prestação de serviços de usinagem, passa a ser de fundamental importância especialmente, quando se tratar de uma expansão de capacidade cuja decisão envolva investimentos, que podem ser de utilização exclusiva a um único produto e de vida limitada. Em decorrência, a quantidade de fatores a serem avaliados em cada projeto de células para prestação de serviços de usinagem tornam o processo decisório complexo.

A estruturação da análise de investimentos e o desenvolvimento dos cálculos, considerando o número de variáveis envolvidas, se feito manualmente, é um trabalho extenso e demorado.

A pré-formatação de uma estrutura de análise de investimentos e dos métodos e procedimentos de cálculo, aliados à utilização de ferramentas de informática, potencialmente facilitariam o desenvolvimento, a compreensão e a decisão sobre projetos de células para prestação de serviços de usinagem.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema de suporte à decisão sobre investimentos destinados à implantação de células de manufatura para a prestação de serviços de usinagem.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Levantar as particularidades inerentes à implantação de células destinadas à prestação de serviços de usinagem.

Identificar as variáveis que devem ser consideradas para a análise de projetos de células para prestação de serviços de usinagem.

Determinar e informatizar os procedimentos para a obtenção das variáveis.

Aplicar o sistema em um caso real.

1.3 JUSTIFICATIVA

A decisão de implementar novos negócios e ou expandir negócios atuais na área de prestação de serviços de usinagem apesar de ser importante e estar presente no dia a dia dos diretores e gerentes dessas organizações, é complexa. Cada decisão de investimento afeta diretamente a rentabilidade da organização e porque não dizer, a sua própria sobrevivência (MORSE; DAVIS E HARTGRAVES, 1996).

Uma oportunidade de negócio implica em desembolso de dinheiro com a expectativa de benefícios futuros (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000). Para se determinar a viabilidade desses investimentos, é essencial a completa análise e compreensão dos projetos. Portanto, a aplicação de um sistema integrado e

interativo facilita a compreensão do projeto e por consequência, a tomada de decisão.

Há carência de sistemas integrados e dedicados a questões específicas como é o caso da análise de projetos de investimento em células destinadas à prestação de serviços de usinagem. Não se tem de modelos que tratem o tema de forma integrada, considerando desde conhecimento os volumes de serviços projetados, investimentos necessários, receitas, custos, despesas, demonstração de resultados, fluxo de caixa, e que disponibilizem ao tomador de decisão um conjunto de indicadores econômico-financeiros inerentes ao projeto. Outra carência diz respeito à interatividade dos modelos, sistemas que permitam fazer análise da sensibilidade do projeto aos principais fatores de. Além disso, percebe-se a falta de literatura que trate de forma específica a análise de investimentos em células destinadas à prestação de serviços de usinagem.

1.4 METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser considerado como sendo de pesquisa aplicada uma vez que os conhecimentos gerados são empregados na solução de problemas reais. O estudo foi desenvolvido em cinco etapas.

Na primeira etapa formulou-se e delimitou-se o problema. Em seguida, procedeu-se a uma consulta bibliográfica sobre o tema, investigando os diversos assuntos envolvidos na pesquisa, como a análise de negócios, serviços de usinagem, custos industriais, demonstrações de resultados, fluxos de caixa e análise de investimentos.

Na terceira etapa, estruturou-se a solução do problema. Projetaram-se os diversos módulos, suas funções e interações, os bancos de dados e o desenvolvimento de uma planilha eletrônica de cálculo. A quarta etapa consistiu-se na coleta de dados de um caso real, numa indústria metalúrgica, e a aplicação do sistema desenvolvido. Finalmente, fez-se a análise dos resultados da aplicação do sistema e os comentários correspondentes.

1.5 LIMITES

O estudo apresenta algumas limitações:

A aplicação do sistema exige conhecimentos mínimos de tecnologia de usinagem que não são objeto desse estudo.

Quanto à forma de estruturação dos processos de usinagem, o sistema é genérico. Isso pode implicar em adaptações para solução de questões particulares.

Os princípios e métodos de custeio adotados no sistema podem não atender a casos particulares e nestas situações devem ser objeto de adaptação. O estudo é dirigido para a análise de investimentos e não focaliza qualquer outro aspecto do negócio de prestação de serviços de usinagem.

Embora se conheça a importância da análise de risco no processo decisório de novos negócios, este aspecto não foi alvo de estudo.

O sistema foi desenvolvido em planilha eletrônica “Excel”. Portanto, exige um mínimo de infra-estrutura de micro-informática para viabilizar e agilizar a aplicação do sistema.

Pelo fato de ter sido desenvolvido em planilha eletrônica de dados e, por não ser comum produzir-se muitos itens distintos em uma mesma célula de usinagem, o sistema está limitado a tratar até cinco itens distintos por célula.

1.6 ESTRUTURA

O trabalho foi dividido em cinco capítulos, como já se demonstrou anteriormente. De modo mais detalhado, no entanto, explicita-se que o primeiro capítulo apresenta as constatações que levaram à sua elaboração, define seus objetivos, destaca a sua importância, e demonstram-se os subsídios que proporciona ao processo decisório na questão de análise de investimentos em projetos de células de manufatura destinadas à prestação de serviços de usinagem.

No segundo capítulo, faz-se a contextualização sobre as células de manufatura, suas características e aplicações, bem como sobre os processos de usinagem, suas operações e máquinas empregadas. São abordados os conceitos fundamentais de engenharia econômica e métodos de análise de investimentos. O

capítulo terceiro apresenta o sistema proposto, sua estrutura modular, as funções de cada módulo, suas interações assim como as variáveis consideradas.

No capítulo quarto, faz-se uma aplicação prática do sistema proposto. Realiza-se a análise de um projeto de uma célula de usinagem de um subconjunto de caixa de direção para indústria automotiva. Na síntese do estudo, que compõe o quinto capítulo, são apresentados os resultados alcançados em relação aos objetivos propostos e feitas as recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os conceitos fundamentais sobre células para prestação de serviços de usinagem, suas características, atividades e recursos envolvidos, bem como conceitos básicos de engenharia econômica e métodos de análise de investimentos.

2.1 CÉLULA DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM

2.1.1 USINAGEM

Embora as máquinas de usinagem já existam por 3.000 a 4.000 anos, conforme registros históricos, foi John Wilkinson de Birmingham na Inglaterra que ao trabalhar com James Watt, inventor da máquina a vapor, quem criou a primeira máquina de usinagem, a broqueadeira Wilkinson, que permitiu que Watt desenvolvesse um cilindro com a precisão necessária à exigência de sua primeira máquina a vapor em 1776.

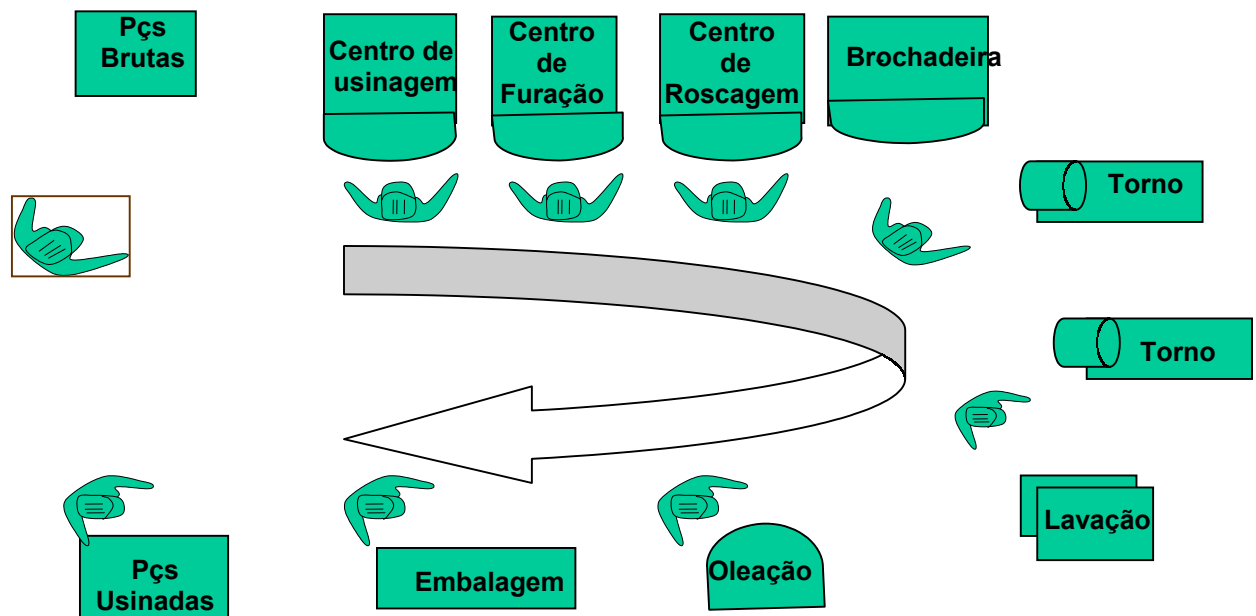
O processo de usinagem é utilizado para se obter um melhor resultado no acabamento da peça, obter tipos de saliências e reentrâncias, furos passantes, furos roscados. Alguns processos de usinagem proporcionam melhor custo e produtividade. Nas operações de usinagem, uma porção do material das peças é retirada pela ação das ferramentas, chamadas ferramentas de corte, produzindo cavacos caracterizados por formas geométricas irregulares.

Operações de usinagem podem ser as mais diversas, dentre elas as mais comuns são: torneamento, aplainamento, furação, mandrilhamento, fresamento, brochamento, rosqueamento, serramento e retificação (SALVENDY, 1982).

2.1.2 CÉLULAS DE MANUFATURA

Mudanças significativas estão ocorrendo no projeto de sistemas de manufatura, motivadas pelas seguintes tendências: 1) o aumento do número e variedade de produtos, resultando numa queda de quantidade, ou seja, lotes de fabricação menores; 2) o aumento na variedade dos materiais com propriedades diversas, levando a processos de fabricação também diversos; 3) melhorias contínuas de produtos que resultam em reestruturações e melhorias nos sistemas de manufatura (SALVENDY, 1982).

Uma célula de manufatura é caracterizada pelo agrupamento de máquinas e equipamentos adequados ao processamento de uma família ou grupo de produtos que requeiram processos de fabricação semelhantes. No caso de usinagem, máquinas características seriam: tornos, centros de usinagem, centros de furação, brochadeiras, brunidoras, retificas dentre outras. Um *layout* clássico de uma célula de manufatura é apresentado na Figura 1.



Fonte: Adaptado de Black, 1998.

Figura 1: Exemplo de *Layout* de Célula de Manufatura

As máquinas são agrupadas de acordo com a seqüência de operações requeridas pela família de produtos a que se destina. Muitas vezes, as células são configuradas em formato de “U”, o que permite que os trabalhadores se movimentem de uma máquina a outra, facilitando sua operação e melhorando a produtividade. O arranjo em célula confere flexibilidade ao sistema produtivo, característica importante para a aplicação em serviços de usinagem de componentes para a indústria automotiva, cuja fabricação é normalmente por lotes.

Dentre os pontos fortes atribuídos às células de manufatura estão: 1) baixo tempo de *setup*, já que as operações executadas não apresentam grandes variações entre uma peça e outra; 2) baixo nível de estoques, pelo fato de agrupar as máquinas segundo a seqüência das operações e, 3) alta flexibilidade, dentro da família de produtos a que se destina (BLACK 1998).

2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

“Caso os recursos financeiros fossem superabundantes, o problema da escolha de alternativas não existiria” (FLANZER apud SIMONSEN, 1973, p. 203). Faz parte do cotidiano empresarial estabelecer ofertas para novos negócios potenciais, assim como decidir, entre vários negócios alternativos, qual ou quais os que devem ser adotados ou priorizados em detrimento de outros.

A seleção de negócios alternativos depende basicamente de dois tipos de fatores. Os primeiros são de natureza objetiva, portanto quantificáveis, que podem ser traduzidos em valores e confrontados numericamente com seus concorrentes. Os outros são de caráter subjetivo: são os aspectos políticos, implicações sociais, relações humanas e outros (SIMONSEN, 1974).

A visão de Simonsen é corroborada por Casarotto e Kopittke (2000), quando estes afirmam que em cada projeto existe um grande número de variáveis muito pouco conhecidas, tornando praticamente impossível inseri-las nos modelos matemáticos. Este estudo aborda somente o primeiro grupo, ou seja, os aspectos mensuráveis.

Nesta seção, são abordados os conceitos básicos de engenharia econômica, métodos de análise de investimentos e particularidades dos processos de análise de

investimentos em células de manufatura destinadas à prestação de serviços de usinagem.

2.2.2 CONCEITOS BÁSICOS

a) Engenharia Econômica

Sob o ponto de vista da economia, todos os fatores de produção são remunerados, cada um de uma forma. O trabalho através do salário, a terra pelo aluguel, a administração pelo lucro, a técnica pelo *royalty* e finalmente o capital pelos juros. Eventos financeiros podem ocorrer em épocas diferentes e para compará-los, lança-se mão da matemática financeira que, permite transferir valores de uma data para outra pela adição ou subtração de juros (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000).

b) Juros

Na investigação de situações econômicas os valores em dinheiro sempre estão relacionados ao fator tempo, ou seja, cada valor é referenciado a uma data e a transferência de valor entre datas implica necessariamente em juros. Ou seja, não se aceita somar ou subtrair valores de datas distintas.

Juro pode ser definido como sendo a diferença entre o valor que se tomou emprestado no tempo presente e o valor correspondente pago no tempo futuro (MOTTA e CALÔBA, 2002).

c) Taxa mínima de atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a menor rentabilidade estabelecida, exigida pelas pessoas que dirigem as organizações, em relação aos investimentos. (GALESNE; FENSTERSEIFER, LAMB, 1999). Muito embora possa ser considerada como definição política, está calcada em parâmetros como taxas de juros de captação, risco do negócio e outros parâmetros muitas vezes subjetivos.

Representa, em última análise, a menor rentabilidade aceita pelo investidor a partir da qual preferirá aplicar ou manter seu capital em outros negócios.

A TMA é utilizada no método do VPL como taxa de desconto para obtenção do Valor Presente Líquido e no caso da TIR como referência conforme indicado anteriormente. A Taxa Mínima de Atratividade para uma empresa é determinada por sua estrutura de capital. Os projetos devem ter rentabilidade tal que permitam cobrir os débitos de longo prazo, além de compensar adequadamente os acionistas (SALVENDY, 1982).

Motta e Calôba (2002) fazem os seguintes comentários sobre Taxa Mínima de Atratividade.

Ao se calcular um dado custo médio ponderado de capital para a empresa (WACC), não se deve usá-lo de maneira indiscriminada, para analisar alternativas de investimento. Portanto, projetos com menor risco, devem ser tratados com menores taxas de desconto que o custo de capital da empresa; projetos de maior risco devem ser tratados com taxas de desconto maiores que o custo de capital da empresa. Por exemplo, uma empresa da área mineral que avaliar um projeto de melhoria de uma mina existente, que produz uma substância mineral já familiar, usará uma taxa de desconto menor do que para avaliar um projeto novo, de uma nova mina, a qual produzirá um mineral que a empresa nunca produziu (MOTTA e GALÔBA, 2002).

d) Investimentos

Investimentos podem ser classificados em dois grandes grupos: aqueles necessários à implantação do projeto, também denominados de ativos fixos e aqueles necessários para o funcionamento do projeto, denominado capital de trabalho.

Os ativos fixos compreendem o conjunto de bens adquiridos na implantação do projeto e que são utilizados ao longo de sua vida útil. Portanto, são 'consumidos' e estão sujeitos à depreciação e obsolescência (Simonsen, 1974). Fazem parte deste grupo máquinas, equipamentos e suas instalações, galpões, utilidades como redes de energia elétrica, redes de gás, estações e redes de ar comprimido, além de gastos prévios à implantação do projeto como investigações, pesquisas e os custos do próprio projeto.

Capital de trabalho é o patrimônio que a empresa necessita para operar o projeto e distribuir seus produtos. Compreende basicamente os estoques de

matérias primas, materiais de consumo, produtos em processo e acabados, a própria mão de obra empregada na geração dos estoques de produtos em processo e acabados, as contas a receber, geralmente resultado de vendas a prazo para clientes e o próprio caixa. Contabilmente é a diferença entre ativo circulante e passivo circulante. No fluxo de caixa o capital de giro é considerado como uma saída de caixa (MOTTA e GALÔBA, 2002).

e) Receitas

Receitas em projetos de investimentos representam uma entrada de caixa e são determinadas em função dos volumes de produtos vendidos e dos respectivos preços de venda. Para efeito de análise de investimentos considera-se apenas as receitas incrementais, decorrentes dos investimentos feitos na nova célula, que é o produto da quantidade adicional de produção pelo preço unitário.

É importante considerar as condições de pagamento das vendas. Se, a prazo, é preciso buscar uma forma de neutralizar o efeito das despesas financeiras que lhe são inerentes (MOTTA e GALÔBA, 2002).

f) Custos e Despesas Operacionais

Os custos estão relacionados à fabricação dos produtos, enquanto as despesas ocorrem do término da fabricação até a complementação da venda (CASAROTTO FILHO e KOPITTKE, 2000). Custos operacionais ou custos de fabricação são representados pelos valores gastos em insumos e são: materiais, energias, mão-de-obra, máquinas, equipamentos e outros, inerentes à produção dos itens fabricados.

As despesas estão relacionadas às atividades de administração, vendas e finanças e não às atividades industriais (BORNIA, 2002). O levantamento dos custos em projetos de investimento é da maior importância e poucas empresas têm a

cultura quantitativa o que faria com que medições e comparações objetivas reduzissem os riscos e incertezas, ou seja, “os resultados dos cálculos de engenharia econômica estão intrinsecamente ligados com a disponibilidade e exatidão dos custos (CASAROTTO FILHO e KOPITTKE, 2000).

g) Depreciação e Valor Residual

A depreciação pode ser considerada como uma provisão para a reposição ou substituição dos equipamentos e instalações. É um custo sem desembolso imediato. O período de depreciação se dá em função da vida econômica do bem considerado, e é um conceito contábil, utilizado para efeito de cálculo da carga de depreciação. Há vários sistemas de depreciação. O mais comum é a depreciação linear, onde o valor a depreciar é dividido pela vida econômica do bem a ser depreciado (BORNIA, 2002).

Valor residual é o valor esperado de um bem no final de sua vida econômica, ou seja, o valor de revenda por ocasião de sua retirada do serviço que executa (MOTTA e GALÔBA, 2002).

h) Demonstração de resultados

A demonstração de resultados compreende basicamente a receita subtraída dos custos e despesas. O Quadro 1 apresenta uma demonstração de resultados típica de atividade industrial.

Sinal	Rubrica	Valor
(+)	Receita Bruta	1000
(-)	Impostos	100
(=)	Receita Líquida	900
(-)	Custos Variáveis	300
(=)	Margem de contribuição	600
(-)	Custos fixos	200
(=)	Lucro operacional	400
(-)	Despesas	200
(=)	Lucro antes do Imposto de Renda	200
(-)	Imposto de Renda	60
(=)	Lucro Líquido	140
(+)	Depreciação	50
(=)	Caixa	190

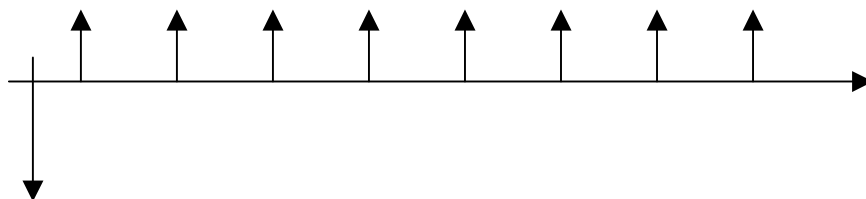
Fonte: Adaptado de Morse et al (1996).

Quadro 1: Demonstração de resultados

i) Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa representa todas as receitas e gastos do projeto de investimentos. Cada item, seja receita ou despesa, é identificado de acordo com a data em que ocorre.

Para melhor visualização do fluxo de caixa, é recomendável a construção de um diagrama para “n” períodos de tempo, como o ilustrado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Morse et al (1996).

Figura 2: Diagrama de Fluxo de Caixa

É convencional, em análises econômicas, que todas as entradas e saídas de caixa ocorrem ao final dos períodos, que são normalmente no final do ano, muito embora os períodos possam ser semestrais, trimestrais, semanais ou até mesmo diários (SALVENDY, 1982).

Para exemplificar, apresenta-se um fluxo de caixa específico na forma de quadro.

Final do ano	Entradas de caixa	Saídas de caixa	Fluxo de caixa
0	0	-6000	-6000
1	2000	-500	1500
2	3500	-1000	2500
3	5000	-2000	3000
4	5000	-2000	3000
5	6000	-2000	4000

Fonte: Adaptado de Morse et al (1996).

Quadro 2: Fluxo de Caixa

2.2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Há vários métodos para analisar investimentos. A primeira questão a ser colocada é seu objetivo. Contudo,

os métodos básicos de análise de investimentos que se ajustam aos conceitos descritos são três:

1. Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)
2. Método do Valor presente líquido (VPL)

3. Método da taxa Interna de Retorno (TIR)

Estes métodos são equivalentes e, se bem aplicados, conduzem ao mesmo resultado, apenas que cada um se adapta melhor a determinado tipo de problema (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000).

Motta e Gambôa (2002), acrescentam o método do Prazo de recuperação do Empréstimo ou *Payback*.

De forma geral, quanto mais alongado o prazo de repagamento do empréstimo, ou *payback*, menos interessante se torna para o prestador. O *payback* ou *payout*, é utilizado como referência para julgar a atratividade relativa das opções de investimento. Deve ser encarado com reservas, apenas como um indicador, não servindo para a seleção entre alternativas de investimento.

Morse et al (1996) mencionam o *Economic Value Added* (EVA) como critério para análise e seleção de negócios.

EVA define a base como sendo o capital operacional total, compreendendo todos os ativos fixos (equipamentos, computadores, prédios, etc.) utilizados para criar o lucro, mais o capital de trabalho (caixa, estoques e recebíveis). Eva é o lucro após o pagamento do imposto de renda menos o custo do capital. Adicionalmente, EVA define o que se entende por custo do capital. É o que os acionistas poderiam obter em apreciação de preço e dividendos se investissem em um portfólio de empresas com risco semelhante ao do projeto analisado, ou seja, seria o custo de oportunidade expresso em termos percentuais. Como termo de comparação, para ser atrativo e adicionar valor, o projeto deve no mínimo atingir o custo de oportunidade da próxima melhor alternativa.

a) Método do Valor Anual Uniforme (VAUE)

Este método consiste em achar a série uniforme anual (A) equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou seja, acha-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto utilizando-se a TMA. O melhor projeto é aquele que tiver o maior saldo positivo (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000).

Fórmula:

$$VAUE = VPL \left[i(1+i)^n \right] / \left[(1+i)^n - 1 \right]$$

Onde:

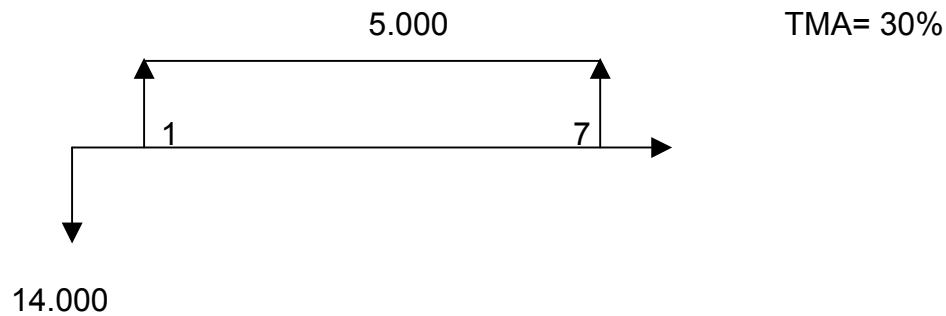
VAUE = Valor Anual Uniforme Equivalente

VPL = Valor Presente Líquido

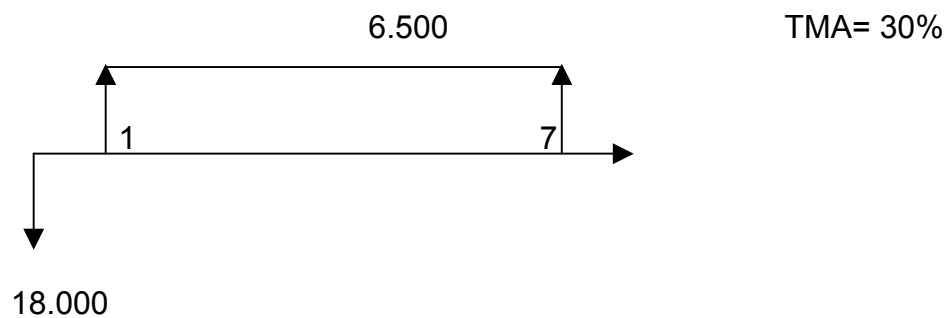
n = Número de períodos

i = Taxa Mínima de Atratividade.

Projeto A



Projeto B



b) Método do Valor Presente Líquido (VPL)

Motta e Calôba (2002) definem o Valor Presente Líquido como sendo “A soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t=0$), a uma dada taxa de juros i ”.

Fórmula:

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n FC_j / (1+i)^j$$

Onde: Colocar as abreviaturas

i é a taxa de desconto (juros). Ver Taxa mínima de atratividade.

j = é o período genérico ($j=0$ a $j=n$), percorrendo todo o fluxo de caixa;

FC_j = é o fluxo genérico para $t = [0...n]$ que pode ser positivo (quando receita) ou negativo (quando custo);

$VPL(i)$ = é o valor presente líquido descontado a uma dada taxa i ;

n = é o número de períodos.

A grandeza de mensuração do VPL é sempre valor, podendo sua unidade ser em reais, dólares norte americanos, euros e outros.

A interpretação dos resultados, o VPL corresponde ao excedente de capital em relação ao que se encontraria investindo o dinheiro a $i\%$ de juros por período. Ou ainda:

$VPL > 0$, projeto viável economicamente.

$VPL = 0$, indiferente investir ou não.

$VPL < 0$, projeto economicamente inviável.

c) Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

“A taxa interna de retorno (TIR) é o valor que anula o Valor Presente Líquido obtido pela soma algébrica de todos os fluxos de caixa” (MOTTA e CALÔBA, 2002).

Fórmula:

$$\sum_{j=0}^n FC_j \times \left\{ 1 / (1+i) \right\}^j = 0$$

Onde:

i é a taxa de desconto (juros).

FC_j é um fluxo de caixa qualquer, genérico, para $j = [0...n]$

A taxa interna de retorno é calculada por iterações sucessivas até se chegar ao $VPL(i) = 0$.

A decisão com base na Taxa Interna de Retorno (TIR) segue o mesmo raciocínio feito com relação ao VPL.

Se $TIR > TMA$ O projeto é economicamente viável

Se $TIR = TMA$ O projeto é indiferente economicamente

Se $TIR < TMA$ O projeto é economicamente inviável.

Deve-se ter cuidados com a interpretação da TIR, a taxa interna de retorno. Isoladamente, não é recomendável seu uso como critério para seleção ou ordenação de investimentos, a não ser que todas as alternativas tenham investimentos iguais (MOTTA e CALÔBA, 2002).

Eventualmente, pode haver múltiplas TIR. Isto, se ocorrerem, ao longo do tempo, investimentos adicionais. É o caso, por exemplo, de necessidade de expansão de capacidades ou substituição de tecnologias ao longo da vida do projeto.

d) Método do *Payback* Descontado

Payback descontado ou também prazo de recuperação do investimento representa o período de tempo necessário ao pagamento do investimento a uma taxa de desconto¹ (MOTTA e CALÔBA, 2002).

Fórmula:

$$FCC_{(t)} = -I + \sum_{j=1}^t (R_j - C_j) / (j-i)^j;$$

$$1 \leq t \leq n$$

Onde:

$FCC_{(t)}$ = é o valor atual do capital, ou seja, o fluxo de caixa descontado (para o valor presente) cumulativo até o instante t;

I = é o investimento inicial ou o valor algébrico do investimento no instante zero (início do período);

R_j é a receita proveniente do ano j;

C_j é o custo proveniente do ano j;

i = é a taxa de juros utilizada ou taxa de atratividade;

j = é um índice genérico que representa os períodos de 1 a n.

¹ Ver taxa de atratividade.

Como regra de decisão, quanto maior o tempo de retorno do investimento menor a atratividade do projeto. O tempo de retorno é apresentado como número inteiro. Dependendo da duração do período, pode haver interesse em se ter maior aproximação, nesse caso pode se lançar mão do artifício de interpolação para determinar períodos fracionados.

e) Valor Econômico Agregado - *Economic Value Added* (EVA)

Morse et al (1996) mencionam EVA como critério para análise de seleção de negócios. O indicador EVA mede a rentabilidade do projeto descontando-se os custos do dinheiro investido, o custo do capital. O valor de EVA é obtido pela subtração do custo de capital do lucro líquido, como pode ser visto no Quadro 3 – Demonstração de Resultados.

Receita bruta	1000
(-) Impostos	120
(-) Devoluções / abatimentos	10
=Receita líquida	870
(-) Custos variáveis	250
=Margem de contribuição	620
(-) Custos fixos	120
=Lucro bruto (EBIT)	500
(+/-) Despesas operacionais	200
=Lucro operacional (antes do IR)	300
(-) Imposto de renda	100
=Lucro líquido (NOPAT)	200
(-) Custo de capital	100
=EVA	100

Quadro 3: Demonstração de resultados.

EBIT = *Earnings before interest and tax*

NOPAT= *Net operating profit after tax*

A Figura 3 - Definição de Valor Econômico Agregado (EVA) apresenta graficamente EVA, confrontando o lucro (resultado) com custo do capital (custo de oportunidade).

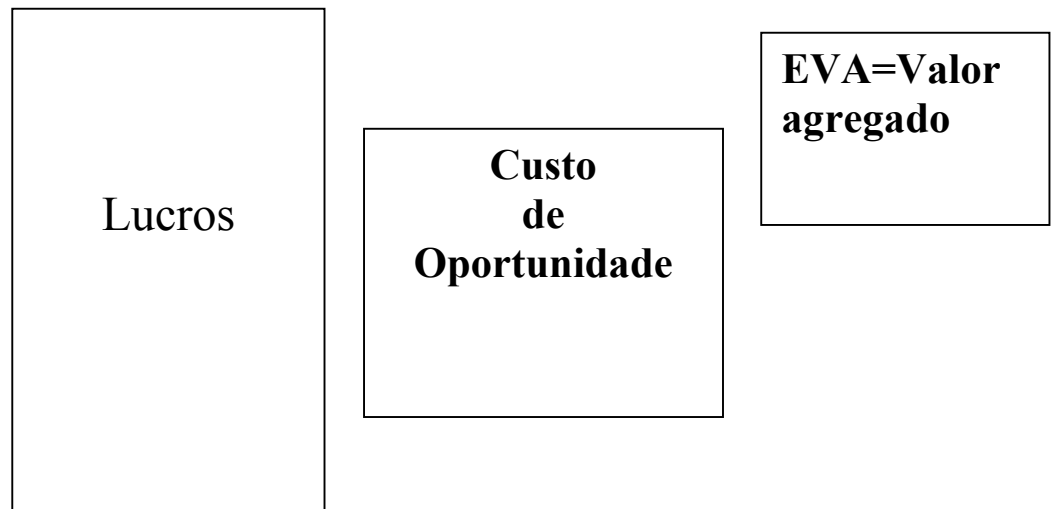


Figura 3: Definição de Valor Econômico Agregado (EVA)

Algumas empresas consideram as despesas financeiras de curto prazo como operacionais e, conseqüentemente, fazem parte do cálculo do Lucro Líquido (NOPAT).

f) Custo de Capital

O custo de capital é praticamente a taxa de retorno que o provedor do capital espera receber, caso este capital seja investido em outro projeto qualquer ativo ou companhia de comparável risco, ou seja, um custo de oportunidade. O custo de capital é determinado pela média ponderada dos custos de capital WACC (*Weighted Average Cost of Capital*). É a média do custo de capital próprio mais capital de terceiros, baseado na estrutura de capital do projeto. Um exemplo pode ser verificado no Quadro 4 - Custo de Capital Ponderado.

Fonte	Peso	Custo	Custo Ponderado
A	0,16	24%(1-0,3)	2,68
B	0,31	18%(1-0,3)	3,90
Próprio	0,53	30%	15,90
WACC			22,48

Quadro 4: Custo de Capital Ponderado

“Para ser atrativo e adicionar valor econômico, o projeto deve no mínimo atingir o custo de oportunidade da segunda melhor alternativa” (MORSE, 1996, p. 487).

g) Análise de Sensibilidade

A técnica de análise de sensibilidade mostra quanto poderão mudar as diversas variáveis ou indicadores a serem estudados no projeto. O VPL (Valor Presente Líquido) do projeto, por exemplo, pode variar em função da mudança de parâmetros relevantes, como variação da taxa de juros, volume de receitas, custos e outros (NASCIMENTO, 2003).

Na análise de sensibilidade é estudado o efeito que a variação de um dado de entrada pode ocasionar nos resultados. Quando uma pequena variação num parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, diz-se que o projeto é muito sensível a este parâmetro e poderá ser interessante concentrar esforços para obter dados menos incertos (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000).

Na próxima seção são apresentadas as particularidades das células de manufatura para prestação de serviços de usinagem: o ciclo de vida dos produtos, a variabilidade nos volumes vendidos, a flexibilidade das células e as características dos equipamentos empregados.

2.3 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM

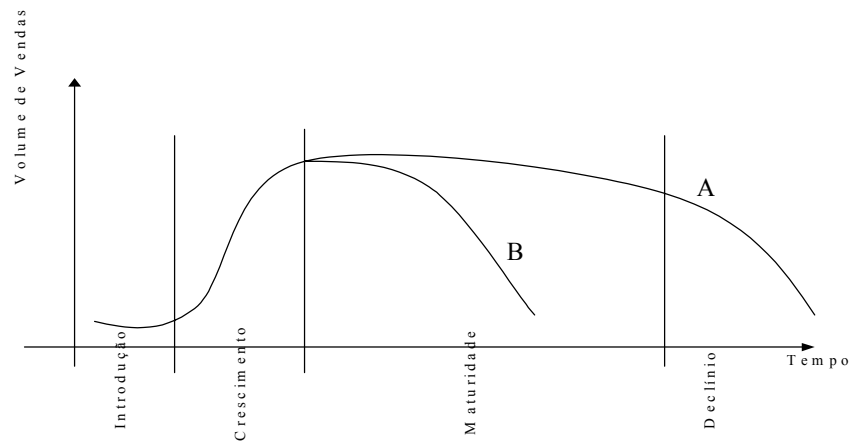
2.3.1 PARTICULARIDADES DAS CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM

Neste item são descritas algumas particularidades das células de manufatura para prestação de serviços de usinagem como o ciclo de vida dos produtos, o seu grau de padronização e volumes vendidos que merecem atenção especial na elaboração da proposta de Sistema de Análise de Investimentos em Projetos de Células de Manufatura Para Prestação de Serviços de Usinagem, no sentido de tratá-las adequadamente.

a) Ciclo de Vida Comercial dos Produtos

Segundo Resende (1996) até a década de 1970, a indústria se regia pela economia de escala. Produziam-se grandes quantidades de produtos com pequenas variações, ou seja, produtos com longo período de maturidade. O período de maturidade, no ciclo de vida de um produto, se caracteriza por uma certa estabilidade nos volumes vendidos. O período se inicia quando o produto atinge seu máximo volume de vendas e vai até o ponto em que começa o declínio destes volumes, como pode ser observado, na Figura 4, onde se mostra a curva do produto “A”. Nessa época, nos meios de produção, predominam grandes equipamentos automáticos dispostos em linha, enquanto a qualidade é baseada na inspeção dos produtos.

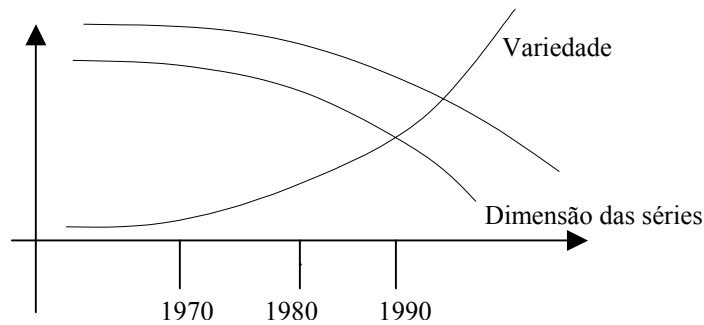
No final da década de 1980 e início da década de 1990, o período de maturidade dos produtos começa a diminuir, como está ilustrado na Figura 4, onde aparece a curva do produto “B”. Como consequência, nos meios de produção, há maior quantidade de produtos diferentes com séries menores, e o surgimento das células flexíveis de manufatura. Já o controle de qualidade deixa de ser feito no produto e passa a ser feito no processo de fabricação.



Fonte: Resende (1996).

Figura 4: Ciclo de Vida Comercial do Produto.

A Figura 5 ilustra o comportamento e a tendência de três variáveis relacionadas aos produtos: variabilidade, ciclo de vida e dimensão das séries. A variedade de produtos apresenta uma tendência crescente, ao longo do tempo, o que significa, um maior número de produtos alternativos e personalizados à disposição do consumidor. O ciclo de vida dos produtos tende ao declínio tornando mais freqüente o lançamento de novos produtos. Finalmente a dimensão das séries com tendência a reduzir, é basicamente uma consequência da maior diversidade de produtos e freqüência de novos lançamentos.



Fonte: Resende (1996).

Figura 5: Tendência do Mercado

j) Grau de Padronização dos Produtos

Tubino (1999), classificou os sistemas de produção quanto à padronização dos produtos em dois grupos: produtos padronizados e produtos sob medida. Faz considerações sobre a estruturação dos respectivos sistemas produtivos.

Produtos padronizados são aqueles bens ou serviços que apresentam alto grau de uniformidade. São produzidos em grande escala. Os clientes esperam encontrá-los à sua disposição no mercado e seus sistemas produtivos podem ser organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos (máquinas, homens e materiais) e os métodos de trabalho e controles, contribuindo para uma maior eficiência do sistema, com conseqüente redução dos custos [...]. Produtos sob medida são bens ou serviços desenvolvidos para um cliente em específico. Como o sistema produtivo espera a manifestação dos clientes para definir os produtos, esses não são produzidos para estoque e os lotes normalmente são unitários. Devido ao fato do prazo de entrega ser um fator determinante no atendimento ao cliente, os sistemas que trabalham sob encomenda, possuem normalmente grande capacidade ociosa e dificuldade em padronizar os métodos de trabalho e os recursos produtivos. A automação dos processos é menos aplicável, visto que a quantidade produzida não justifica os investimentos.

k) Variabilidade nos Volumes Vendidos

No caso específico da prestação de serviços para a indústria automobilística, os volumes de produtos vendidos dependem de uma série de variáveis, parte delas conjunturais e outras atreladas ao sucesso ou fracasso do veículo no mercado.

Os volumes vendidos por período são variáveis importantes na definição do projeto de célula de manufatura. Em última análise, definem a quantidade de recursos necessários à operação.

l) Equipamentos Dedicados

Células de manufatura voltadas à prestação de serviços de usinagem, destinados a indústria automotiva, tratam com produtos especialmente projetados para determinada função e em certos casos, para atender tais especificações, são necessários processos de fabricação também especiais, ou seja, máquinas e equipamentos dedicados especificamente a um determinado produto.

m) Flexibilidade dos Sistemas Produtivos

Uma das principais tendências da evolução organizacional foi a passagem da produção em massa para a produção flexível que melhor se adequaria à imprevisível demanda dos mercados ou ainda as transformações tecnológicas. “A flexibilidade na produção traz consigo a idéia de adequação ao mercado (flexibilidade do produto) e transformação tecnológica (flexibilidade do processo)” (FREITAS FILHO, acesso em 21. ago.2003).

A capacidade de adaptação de um sistema de produção a muitas mudanças confere seu caráter de flexibilidade (GUERWIN,1982). A estratégia da flexibilidade nas células de manufatura criam facilidade para tratar desvios internos do tipo: quebra de máquinas; variações nos tempo (os de operação; rejeições; retrabalhos), assim como desvios externos: *mix* e preços de produtos; nível de demanda; inovações tecnológicas e outros.

Essa característica se faz presente na definição das células de manufatura de usinagem, tendo em vista a diversidade de produtos em uma mesma célula, aliada à tendência de vida reduzida dos produtos.

2.3.2 FATORES PARA ANÁLISE

As particularidades das células de manufatura para prestação de serviços de usinagem sugerem, em tempo de desenvolvimento do projeto, a observação e análise de alguns fatores essenciais e que interagem entre si. Três importantes fatores são: 1) o fator técnico, que diz respeito à seleção dos processos de manufatura; 2) o fator operacional que trata das dinâmicas de produção e, 3) o fator econômico que, em última análise, converte as diversas variáveis em denominador comum, permitindo a mensuração objetiva.

2.3.2.1 Fator Técnico

A seleção de processos de usinagem - Um produto pode ser usinado de várias formas alternativas sem prejuízo às especificações técnicas de qualidade e de funcionalidade. Cada processo alternativo, no entanto, é mais ou menos adequado do ponto de vista técnico, operacional e econômico. Cabe ao projetista simular cada alternativa e avaliar seu impacto nos vários fatores. Exemplifica-se: Qual é a melhor alternativa? Uma máquina com capacidade plena implantada no início do projeto ou duas máquinas de menor capacidade implantadas na medida em que as demandas cresçam? Fresagem da face de um conjunto de capas de mancal ou brochamento? Essas questões são passíveis de simulação e merecem respostas objetivas que facilitem a tomada de decisões.

2.3.2.2 Fator Operacional

Em ambientes industriais dinâmicos, no que tange aos produtos produzidos e seus respectivos volumes, a expansão da capacidade para atender novos produtos passa necessariamente por questionamentos como:

- Criar nova célula de manufatura?

- Ampliar a capacidade de uma célula já instalada?
- Desmembrar ou fundir células e reorganizá-las?

Considerando a quantidade de variáveis envolvidas para esta decisão seria recomendável simular as diversas alternativas e ter indicadores objetivos sobre cada uma delas.

2.3.2.3 Fator Econômico

Considerando os aspectos do mercado e a concorrência, a pressão para redução dos preços e margens, a análise do fator econômico passa a ser relevante, pois pondera e converte aspectos técnicos e operacionais a um denominador comum, passível de avaliação.

2.3.2.4 Procedimentos

Considerando as particularidades das células de manufatura para prestação de serviços de usinagem, mencionadas anteriormente recomenda-se a utilização do sistema proposto para simulação das diversas alternativas, assim como o uso do painel de indicadores para suportar as decisões sobre os investimentos, tendo em vista o seguinte :

- Disponibilidade dos bancos de dados sobre máquinas e equipamentos, ferramentais de controle, ferramentais de fixação e ferramentas de corte;
- Completa integração entre os diversos módulos que o compõe;
- aspecto interativo, no sentido de prontamente responder em termos econômico financeiros as simulações executadas;
- conjunto de indicadores econômicos financeiros disponíveis.

2.3.2.5 Simulação

Levando em conta as várias alternativas de processo e operação possíveis, aliados às variáveis envolvidas, recomenda-se que as simulações sejam executadas no próprio sistema, uma vez que ele está apto a responder sobre o impacto da

alternativa nos diversos fatores, em especial o econômico. Com intuito de facilitar a simulação de processos alternativos, procurou-se disponibilizar em bancos de dados com informações sobre máquinas e equipamentos, ferramentais de fixação e de controle e ferramentas de corte.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foram abordadas as particularidades dos produtos usinados destinados à indústria automobilística, suas variabilidades e ciclos de vida. Ainda, as principais características das células de manufatura para prestação de serviços de usinagem: seus equipamentos, operações e layout e os diversos métodos de análise de investimentos: Valor Presente Líquido; Taxa Interna de Retorno; Valor Anual Uniforme; *Payback* e Valor Econômico Agregado.

Dadas as características e particularidades expostas, conclui-se que o sistema proposto deve contemplar os cinco métodos de análise de investimentos, além de explicitar o comportamento dos indicadores de lucratividade e rentabilidade do projeto período a período, para que o tomador de decisão tenha a maior quantidade de informações possíveis no horizonte do projeto.

No próximo capítulo, é apresentado cada tópico do sistema proposto e a interação entre os mesmos.

3 SISTEMA PROPOSTO

O presente capítulo apresenta o sistema proposto para análise de investimentos em células de manufatura para prestação de serviços de usinagem.

3.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O desenvolvimento segue as orientações dos autores pesquisados e referenciados no capítulo 2. O sistema proposto foi desenvolvido em oito módulos inter-relacionados. A Figura 6 Estrutura do Sistema, apresenta o modelo como um todo de forma esquemática.

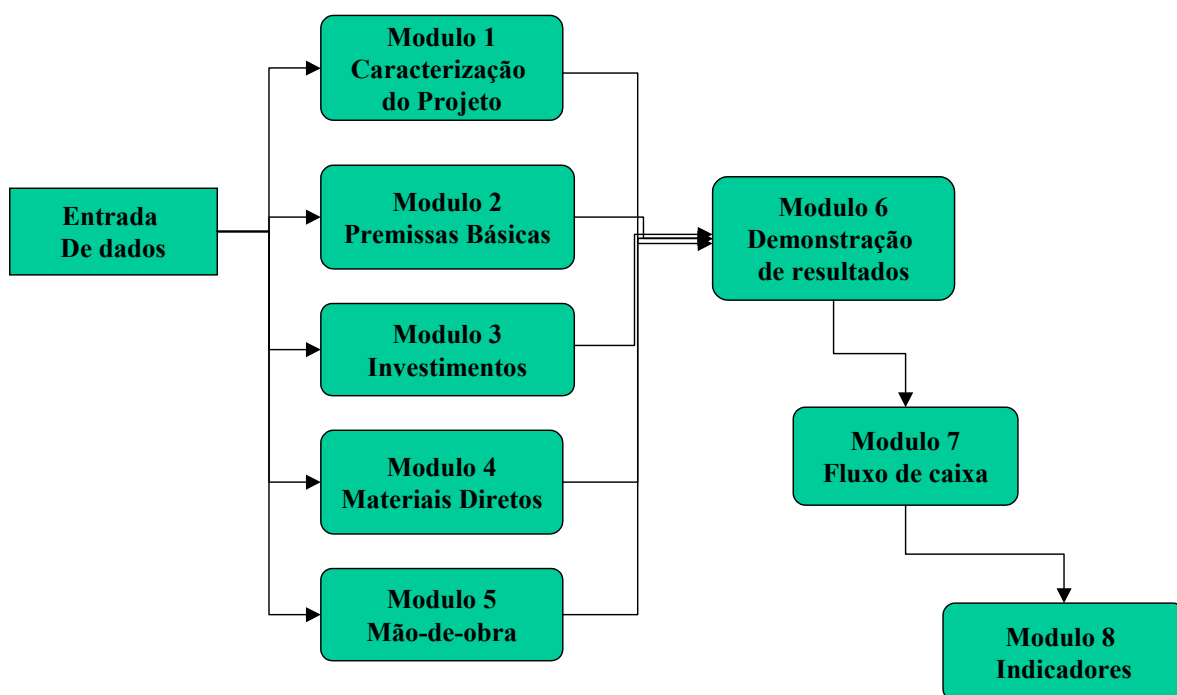


Figura 6: Estrutura do Sistema.

O primeiro módulo caracteriza o projeto em análise; o segundo módulo trata das premissas gerais nos aspectos fiscais, financeiros e operacionais; no terceiro módulo são definidos os investimentos; no quarto são tratados os gastos com

materiais; o quinto módulo trata da mão-de-obra; o sexto módulo apresenta a demonstração de resultados; o sétimo módulo emite o fluxo de caixa e, o oitavo módulo, apresenta um conjunto de barras de rolagem para se fazer a análise de sensibilidade do projeto e um painel com indicadores econômico-financeiros.

O recurso de informática utilizado foi a planilha eletrônica de dados Excel. O sistema parte do pressuposto de que cada célula de usinagem constituída seja auto-suficiente para tratar todas as operações necessárias ao produto, desde o recebimento da matéria prima, até a expedição dos produtos prontos, usinados e embalados.

Por ser abrangente, isto é, por conter informações de vendas, engenharia, suprimentos, operação, custos, finanças, dependendo das características da empresa usuária, pode-se necessitar da participação de vários órgãos para sua aplicação. O sistema orienta a coleta dos dados necessários à análise, efetua os cálculos e apresenta no oitavo módulo um painel de indicadores para orientar o tomador de decisões.

3.2 MÓDULOS QUE COMPÕEM O SISTEMA

3.2.1 MÓDULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

Neste módulo dá-se uma idéia geral das características e dimensões do negócio em análise. Identifica-se o cliente a quem se destina o serviço, os itens a serem usinados, os volumes projetados e os preços dos serviços.

Os dados a serem informados:

- a) A data do projeto;
- b) O número seqüencial do projeto;
- c) O produto a que se destinam os componentes usinados, sua denominação e codificação quando for o caso;
- d) Denominação do cliente ou cliente potencial interessado no serviço;
- e) O mercado a que se destina a mercadoria. A informação de mercado é utilizada como parâmetro de decisão para aplicação de impostos e taxas de desconto, caso se pratique venda a prazo. Mercadorias ou serviços destinados ao mercado externo, têm a isenção de impostos e, além disso, o sistema prevê a

possibilidade de se operar com taxas de desconto diferenciadas para financiar os Mercados Interno e Externo;

f) A cidade sede do cliente ou a cidade de destino das mercadorias;

g) A expectativa de vida do projeto, do ponto de vista do cliente, é um dos parâmetros utilizados na determinação do período de depreciação;

h) O perfil dos volumes no horizonte do projeto. A informação serve de base para cálculo da receita e dos custos do projeto, período a período;

i) Os preços que o cliente está disposto a pagar, ou os preços de mercado. Esta informação nem sempre está disponível, no entanto, quando disponível deve ser utilizada como parâmetro para avaliação da rentabilidade do projeto. O sistema prevê a possibilidade de se ter preços diferenciados ao longo da vida do projeto. Assim, possibilita a análise de contratos com redução de preços ao longo do tempo, cada vez mais comum, em que o cliente participa dos ganhos de produtividade e de escala;

j) O prazo de pagamento é uma das variáveis para o sistema determinar os custos financeiros da operação;

k) Denominação, peso unitário, tipo de material a ser usinado, norma técnica do material e tempo de atravessamento de cada item componente a ser usinado;

l) O tempo de atravessamento é uma informação técnica muito difundida entre usinadores e dá uma idéia da quantidade de usinagem executada sobre o item permitindo fazer comparações de custo de serviços de usinagem entre produtos diferentes. O sistema adota o tempo de atravessamento como unidade de medida de produtividade, tempo de atravessamento por homem/hora. É uma informação de engenharia e fica disponível após as definições de processo. O tempo de atravessamento é a soma dos tempos de operação necessários para usinar completamente uma peça do item;

m) Os pesos dos itens são utilizados para efeito de cálculo dos custos de refugo. Uma peça perdida no processo de usinagem tem seu material valorizado ao preço de sucata, ou seja, perdem-se todos os custos de transformação e recupera-se parte que diz respeito à matéria prima.

3.2.2 MÓDULO 2 – PREMISSAS BÁSICAS

O módulo denominado Premissas Básicas contém praticamente todas as informações gerais do projeto e estão subdivididas em grupos. O primeiro grupo se refere a informações fiscais, as alíquotas e as taxas a serem aplicadas, e são:

- a) Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)
- b) Programa de Integração Social (PIS)
- c) Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS)
- d) Contribuição Provisória sobre Movimentações Financeiras (CPMF)
- e) Imposto de Renda e Contribuição Social (IR)

O segundo grupo trata das informações econômico-financeiras e são:

- a) Taxa de atratividade
- b) Taxas de juros para financiamento dos ativos, utilizadas no cálculo das despesas financeiras
- c) Taxas de juros para financiamento das vendas no mercado interno
- d) Taxas de juros para financiamento das vendas no mercado externo (exportações)

Está prevista a possibilidade de se vir a trabalhar com taxas de juros diferenciadas entre mercados interno e externo, isto se justifica pela possibilidade de obtenção de recursos financeiros a juros diferenciados para cada mercado.

O terceiro grupo diz respeito a informações técnicas, de manufatura e gerais que são:

- a) Tempo de estocagem de matérias primas, de materiais de processo e de materiais de consumo geral (materiais de almoxarifado);
- b) Tempo de estocagem de produtos em processo e produtos acabados. Os tempos de estocagem compreendem o tempo médio em que as respectivas mercadorias ficam depositadas nos almoxarifados da companhia, dentro dos processos produtivos e nas expedições. As informações de tempo de estocagem são utilizadas para se calcular o capital de trabalho necessário à operação;
- c) Índice de Investimentos em Utilidades. Quando da ampliação de uma célula de usinagem ou mesmo na instalação de uma nova célula de

usinagem, é normal que esta se beneficie de toda uma infra-estrutura de apoio existente, como por exemplo: redes de gás natural; redes de energia elétrica; redes de ar comprimido; compressores; oficinas; laboratórios e outros. Nesses casos, o sistema proposto prevê que uma parcela destes investimentos (utilidades existentes), seja estimada e expressa como uma porcentagem do valor dos novos investimentos e considerada como pertinente ao projeto. A maneira de calcular o valor é multiplicar o índice de investimentos em utilidades estimado (%) pelo valor dos investimentos no período;

- d) Índice de Manutenção. Deve ser informado o índice de gastos com manutenção de máquinas e equipamentos, compreendendo tanto mão-de-obra quanto materiais e peças de reposição. A análise de dados históricos demonstra que os gastos anuais com manutenção representam em torno de 4 a 5 % do valor de aquisição das respectivas máquinas e equipamentos novos. Recomenda-se que cada caso seja analisado e tenha seu índice estimado em função do grau de severidade na utilização das máquinas e equipamentos como, por exemplo:

Utilização	Índice de manutenção
Leve	3 (%)
Media	5 (%)
Pesada	7 (%)

- e) Índice de Refugos. Neste campo deve ser informada a quantidade estimada de peças perdidas ao longo do processo, por defeito ou não conformidade. É considerado que toda peça refugada no processo de usinagem, implica na perda de todos seus custos variáveis. Uma análise mais detalhada revelará que nem sempre isso ocorre. Há peças que são perdidas logo no início do processo de fabricação, enquanto outras, o são somente no final, o que naturalmente implica em perdas de custo menores para o primeiro caso e maiores para o segundo. No entanto, considerando que um nível de detalhamento maior aumentaria sensivelmente a complexidade do sistema e que, via de regra, o montante desse valor não é significativo. Esse foi o critério adotado.

- f) Período de Depreciação. A informação é considerada no cálculo da depreciação anual do projeto. Em se tratando de máquinas e equipamentos de usinagem, no sistema proposto, a decisão sobre o tempo de depreciação dos equipamentos é feita pela escolha entre a vida do projeto ou a vida dos equipamentos - dos dois o menor. Caso o usuário queira adotar outro critério, o campo vida do projeto na planilha deverá ser preenchido. A explicação para a adoção de oito anos como limite da vida econômica dos equipamentos é que fabricantes de equipamentos de usinagem, via de regra, projetam os equipamentos para uma vida ao redor de 40.000 horas de operação o que, em regime de operação em três turnos, representa aproximadamente oito anos. Para determinados equipamentos, o tempo de depreciação pode se dar em função da obsolescência do equipamento.
- g) Devoluções e Abatimentos. Esta informação tem por objetivo cobrir situações típicas na prestação de serviços de usinagem. Diz respeito a débitos alocados pelo cliente ao fornecedor por conta de não conformidades nos produtos por ele detectadas. Tais débitos, via de regra, não se limitam ao valor dos serviços prestados, mas sim, dos custos incorridos pelo cliente em função do defeito detectado. Daí a razão de o sistema tratar a informação em % em relação à receita bruta.
- h) Valor Residual. A informação utilizada pelo sistema é o valor de mercado da célula ao final do projeto. O valor é estipulado em percentagem do valor da célula nova. A informação gera uma entrada no fluxo de caixa no final do projeto.
- i) Eficiência Global. Representa a relação entre as horas de equipamentos disponíveis para a operação e a expectativa de horas efetivamente trabalhadas pelas máquinas. A informação não afeta custos, simplesmente é utilizada para cálculo de produtividade da célula.
- j) Horas Extras. É comum em ambiente industrial o trabalho em horas extras para cobrir eventual perda de produção durante o horário normal de trabalho ou executar algum trabalho extraordinário. A informação é utilizada na determinação dos custos de mão-de-obra e deve ser expressa percentualmente em relação a quantidade normal de horas trabalhadas.

- k) Regime de Trabalho. Deve ser especificada a quantidade de turnos diários que serão trabalhados na célula. A informação é base para os cálculos de consumo de energia elétrica e o custo médio por hora de equipamento.
- l) Custo da Matéria-prima. O custo da matéria-prima é utilizado na valorização dos estoques e por consequência valoriza o capital de trabalho. Despesas da Unidade de Negócios e Despesas Corporativas. O sistema parte do princípio de que uma nova célula de usinagem será instalada em um ambiente onde haja uma estrutura técnica, administrativa e comercial. Estas atividades geram gastos e são consideradas pelo sistema como despesas. Para facilitar a aplicação, o sistema considera que tais despesas são proporcionais ao valor das máquinas e equipamentos instalados, ou seja, para cada nova máquina de usinagem o sistema considerará um acréscimo nos custos das contas de Despesas da Unidade de Negócio e das Despesas Corporativas. Os valores são calculados da seguinte forma: multiplica-se o valor das máquinas e equipamentos do período pelos respectivos índices (%). Recomenda-se que os valores dos índices sejam determinados pela análise de dados históricos ou, na ausência desses sejam estimados.

3.2.3 MÓDULO 3 – INVESTIMENTOS

No módulo Investimentos são caracterizadas todas as instalações necessárias à implantação da célula de usinagem como galpões, máquinas, equipamentos, instalações, dispositivos, gabaritos e ferramentais. Além de especificar e quantificar os recursos necessários indica-se o período em que devem ser implantados, já que é comum tratar-se de projetos com demandas crescentes ao longo do tempo. Nestes casos é fundamental representar investimentos incrementais conforme as necessidades do projeto. A quantificação dos recursos propriamente ditos é externa ao sistema e, via de regra, é determinada pelos técnicos das áreas de engenharia.

Máquinas e Equipamentos - De posse das características e quantidades de máquinas, equipamentos e ferramentas, necessários para formar a célula, estes recursos são selecionados, no banco de dados do Módulo Investimentos e alocadas

nos respectivos períodos. O banco de dados contém o tipo de equipamento, seu valor e a potência instalada. Esta última, quando for o caso, é utilizada nos cálculos de consumo de energia elétrica.

Dispositivos de Fixação - Compreendem todos os meios necessários à fixação das peças às respectivas máquinas de usinagem. Assim como no caso das máquinas e equipamentos, é possível alocar as necessidades de dispositivos ao longo da vida do projeto, bem como selecionar os dispositivos necessários no banco de dados correspondente.

Dispositivos de Controle - Compreendem todos os meios necessários ao controle da qualidade dos produtos e dos processos. As mesmas considerações feitas para os dispositivos de fixação são aplicáveis neste caso.

Ferramentas de Usinagem: Compreende todo o ferramental necessário à operação do equipamento, ou seja, suportes de ferramentas, pinças, súbitos. São ferramentas duráveis, não consumidas no processo. Nos três casos, devem ser informados:

- a) Quantidades necessárias por tipo de máquina;
- b) Descrição sumária do dispositivo ou ferramenta (seleção no banco de dados);
- c) Aplicação do dispositivo ou ferramenta, ou seja, para que se destina;
- d) Valor unitário estimado para cada dispositivo ou ferramenta;
- e) Vida útil ou duração esperada do dispositivo ou ferramenta especificada em períodos;
- f) Reposição dos dispositivos. Caso a vida útil do dispositivo ou ferramenta seja inferior à vida do projeto, devem ser indicados os períodos em que deverá ocorrer a reposição.
- g) Cálculo do valor de mercado das máquinas por período, equipamentos e galpões.

O cálculo pode ser feito da seguinte forma:

$$VPMaq\ i = VUMaq\ i * QMaq\ i$$

Onde:

$VP_{Maq\ i}$ = Valor do investimento no período i [\$]

VU_{Maq} = Valor Unitário da máquina ou equipamento [\$/u]

$Q_{Maq\ i}$ = Quantidade de máquinas e equipamentos necessários no período i [u]

Em seguida é calculado o Valor Total dos investimentos em máquinas e equipamentos necessários ao projeto.

$$VT_{Maq\ i} = (VP_{Maq\ 1} + VP_{Maq\ 2} + VP_{Maq\ 3} + \dots + VP_{Maq\ n})$$

Considerando que a célula poderá ser instalada em ambiente onde já haja infra-estrutura necessária, tais como rede de água, energia elétrica, central de secagem de cavacos, ar comprimido e outras utilidades, o sistema prevê a aplicação de um coeficiente a ser multiplicado pelo valor dos investimentos no sentido de considerar tais utilidades nos custos de manutenção e de depreciação. O coeficiente normalmente varia num intervalo de 1,00 a 1,15.

h) Cálculo do Valor dos Dispositivos de Fixação - Entende-se como dispositivos de fixação todos os meios necessários à fixação das peças a serem usinadas nas respectivas máquinas.

$$VP_{DF\ i} = VU_{DF\ i} * Q_{DF\ i}$$

Onde:

$VP_{DF\ i}$ = Valor do dispositivo de fixação no período i [\$]

VU_{DF} = Valor Unitário do dispositivo de fixação [\$/u]

$Q_{Maq\ i}$ = Quantidade de dispositivos de fixação necessários no período i [u]

Em seguida é calculado o Valor Total dos dispositivos de fixação necessários ao projeto.

$$VT_{DF\ i} = (VP_{DF\ 1} + VP_{DF\ 2} + VP_{DF\ 3} + \dots + VP_{DF\ n})$$

i) Cálculo do Valor dos Dispositivos de Controle - Entende-se como dispositivos de controle todos os meios necessários ao controle qualitativo das peças a serem usinadas nas respectivas máquinas e equipamentos.

$$VPDC = VUDC * QDC$$

Onde:

VPDC = Valor do dispositivo de controle [\$]

VUDC = Valor Unitário do dispositivo de controle [\$/u]

QDC = Quantidade de dispositivos de controle necessários [u]

Em seguida é calculado o Valor Total dos dispositivos de controle.

$$VTDC i = (VPDC 1 + VPDC 2 + VPDC 3 + ... + VPDC n)$$

j) Cálculo do Valor do Ferramental de Usinagem - Entende-se como ferramental de usinagem todos os acessórios e meios necessários à fixação das ferramentas de usinagem propriamente ditas nas respectivas máquinas e equipamentos.

$$VPFU = VUFU * QFU$$

Onde:

VPFU = Valor parcial do ferramental de usinagem [\$]

VUFU = Valor Unitário do ferramental de usinagem [\$/u]

QFU = Quantidade de ferramental de usinagem necessários [u]

Em seguida é calculado o Valor Total dos ferramentais de usinagem:

$$VTFU i = (VPFU 1 + VPFU 2 + VPFU 3 + ... + VPFU n).$$

k) Cálculo do Custo de Depreciação de Máquinas e Equipamentos - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CDMaq = VTMaq / VEME$$

Onde:

$CDMaq_i$ = Custo de depreciação de máquinas e equipamentos no período i
[\$/período]

$VTMaq$ = Valor total das máquinas e equipamentos no período[\$]

$VEME$ = Vida econômica das máquinas e equipamentos [períodos]

l) Cálculo do Custo de Depreciação de Dispositivos de Fixação - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada, são calculados os custos de depreciação por período.

$$CADF = VTDF / VEDF$$

Onde:

$CADF$ = Custo de depreciação de dispositivos de fixação [\$/período]

$VTDF$ = Valor total dos dispositivos de fixação no período [\$]

$VEDF$ = Vida econômica dos dispositivos de fixação [períodos]

m) Cálculo do Custo de Depreciação de Dispositivos de Controle - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada, são calculados os custos de depreciação por período.

$$CADC = VTDC / VEDC$$

Onde:

$CADC$ = Custo de depreciação de dispositivos de controle [\$/período]

$VTDC$ = Valor total dos dispositivos de controle no período [\$]

$VEDC$ = Vida econômica dos dispositivos de controle [períodos]

n) Cálculo do Custo de Depreciação do Ferramental de Usinagem - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CAFU = VTFU / VEFU$$

Onde:

CAFU = Custo de depreciação do ferramental de usinagem [\$/período]

VTFU = Valor total do ferramental de usinagem_no período [\$]

VEFU = Vida econômica do ferramental de usinagem [períodos]

o) Cálculo do Consumo e Custo de Energia Elétrica - Cada máquina ou equipamento tem associada a ela, no banco de dados de máquinas e equipamentos, o respectivo valor da potência elétrica instalada. Com base na potência instalada, regime de trabalho (horas de operação por período) e fator de utilização, são calculados os respectivos consumos de energia elétrica direta.

O fator de utilização deve ser estimado e é a relação entre o tempo de operação das máquinas e equipamentos em que há consumo efetivo de energia elétrica e o tempo total de operação destes mesmos equipamentos.

$$COEEMaq = PIMaq * htrab$$

Onde:

COEEMaq = Consumo de energia elétrica por máquina [kwh]

PIMaq = Potência instalada da máquina [kw]

Htrab = horas trabalhadas no período [h]

$$COEEi = (COEEiMaq_1 + COEEiMaq_2 + COEEiMaq_3 + \dots + COEEiMaqn) * FUEEi$$

Onde:

COEEi = Consumo de energia elétrica total no período i [kwh/período]

FUEEi = Fator de utilização de energia elétrica []

p) Cálculo do Custo de Manutenção de Máquinas e Equipamentos - O custo de manutenção das máquinas e ferramentas é calculado com base nos respectivos valores das máquinas e equipamentos.

$$CM_i = VT_{Mq\ i} * IMAN$$

Onde:

CM_i = Custo de manutenção no período i [\$/período]

$VT_{Mq\ i}$ = Valor total das máquinas e equipamentos no período i [\$]

$IMAN$ = Índice de manutenção por período [%/período] (Ver pagina 46 item “d”)

A Figura 7 mostra os campos a serem preenchidos na planilha de investimentos. Na coluna “descrição / modelo” são indicados os recursos, máquinas e equipamentos, a serem utilizados no projeto. Estes recursos são selecionados no banco de dados cujo acesso se dá via janela, na própria célula “Descrição / Modelo”. Uma vez selecionado o recurso a ser utilizado, automaticamente, são preenchidos os campos “Potência” e “Valor Unitário”.

O segundo passo é indicar nos campos “Quantidade de Recursos a Implantar” a quantidade de recursos a serem implantados em cada período. Os campos são numéricos e, portanto todos estão previamente preenchidos com zeros. Procedimento idêntico é adotado para os investimentos em ferramentas e dispositivos de fixação e ferramentas e dispositivos de controle. Uma vez preenchidos os campos mencionados, o sistema processa todos os cálculos inerentes.

A segunda ação é indicar nas colunas “Consumo” relativas a cada produto, as quantidades consumidas por peça usinada. Uma vez preenchido o campo “Consumo” o sistema calcula e preenche o campo “Valor”. Todos os campos “Consumo” são numéricos e devem estar preenchidos. A linha de total é automaticamente calculada pelo sistema.

DATA		ANÁLISE DE INVESTIMENTOS				Nº:		0	
Materiais de consumo									
	Material			Valor	Unidades	Produto “A”		Produto “B”	
Quant.	Código	Descrição		[R\$]	de medida				
					[*]	Consumo	Valor	Consumo	Valor
						[*/pc]	[R\$/pc]	[*/pc]	[R\$/pc]

Figura 8: Custo Unitário dos Materiais de Consumo

Na figura 8, intitulada Custo Unitário dos Materiais de Consumo, a coluna “Quant.” tem por objetivo facilitar a interpretação do processo de fabricação adotado, informando a quantidade de ferramentas utilizadas nas operações de cada produto, como, por exemplo, o produto “A” necessita de 6 fresas de diâmetro 40mm enquanto o produto “B”, usinado na mesma célula necessita apenas uma fresa de diâmetro 40 mm.

$$\text{CMDU} = \text{CMD} * \text{ConsMD}$$

Onde:

CMDU = Custo do material de consumo unitário [\$/pç]

CMD = Custo do material de consumo (no almoxarifado) [\$/u]

ConsMD = Consumo de material de consumo por peça usinada [u/pç]

Obs: O sistema prevê a possibilidade de, em uma mesma célula de fabricação, serem usinados até cinco produtos distintos.

3.2.5 MÓDULO 5 – MÃO-DE-OBRA E CUSTOS RELACIONADOS A MÃO-DE-OBRA

O sistema subdivide a mão-de-obra, em duas categorias: mão-de-obra direta e mão-de-obra indireta. A mão-de-obra direta é considerada custo variável e a mão-de-obra indireta é tratada como fixa. Ambas obedecem ao mesmo critério de custeio. O usuário deve selecionar os cargos no banco de dados do módulo que contém os respectivos salários anuais, inclusos seus encargos sociais, benefícios sociais, despesas com materiais de segurança e higiene e indicar em cada período as quantidades necessárias projetadas. Com base na quantificação da mão-de-obra, que é externa ao sistema, são calculados os custos por período.

A Figura 9 apresenta a planilha Mão-de-Obra a ser completada. Na coluna “Postos de Trabalho” são indicados os cargos necessários à operação da célula. A seleção dos cargos é feita no banco de dados de cargos, via janela na própria célula. Uma vez selecionado o cargo, automaticamente, são preenchidos os dados das colunas “Nível Salarial” e “Custos Sal. + Enc.”.

DATA :					ANALISE DE INVESTIMENTOS	Nº :		0		
Mão-de-obra										
Postos	Nível Salarial	Custos [sal+enc] [R\$/Período]	Períodos							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]	[Quant.]
Mao-de-obra de apoio										
	</									

Figura 9: Planilha Mão-de-obra

Os custos de mão-de-obra, tanto direta quanto indireta, são determinados com base na necessidade de postos de trabalho em cada período do projeto e respectivos custos unitários. Os custos unitários são apurados por cargo e compreendem além dos salários e encargos, os benefícios concedidos. Os cálculos de custo da mão-de-obra por período são feitos conforme as fórmulas seguintes.

Mão-de-obra direta

$$CMOD_i = QMOD_i * CUMobra * l_{extra}$$

Onde:

CMOD i = Custos de mão-de-obra direta no período [\$/período]

QMOD i = Quantidade de postos de trabalho necessárias no período i
[pt/período]

CUMobra = Custo por período da mão-de-obra por cargo e por posto de trabalho [\$/pt]

lhextra = Índice de horas extras previsto para a operação da célula.[]

Mão-de-obra indireta

$$CMOI\ i = QMOI\ i * CUMobra$$

Onde:

$CMOI\ i$ = Custos de mão-de-obra indireta no período [\$/período]

$QMOI\ i$ = Quantidade de postos de trabalho de mão-de-obra indireta, necessárias no período i [pt/período]

$CUMobra$ = Custo no período da mão-de-obra por cargo e por posto de trabalho [\$/pt]

Obs: Caso se planeje trabalhar com horas extras, o sistema permite indicar, através de índice, o nível de horas extras planejadas (ver módulo premissas) que automaticamente fará a correção dos respectivos custos de mão-de-obra direta por cargo.

3.2.6 MÓDULO 6 – DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS E FLUXO DE CAIXA

O módulo Demonstração de Resultados tem por objetivo apresentar uma visão global do comportamento das receitas, custos, despesas e resultados da operação ao longo da vida do projeto. Parte das informações é importada de outros módulos e, a restante, calculada no próprio módulo. Adiante são especificados as origens dos dados e os respectivos cálculos.

Receita Operacional Bruta. A receita bruta é calculada em função dos preços de venda de cada item e das respectivas demandas por período, indicados no módulo 1 – Caracterização do Projeto.

$$ROB\ i = (PRE\ 1 * DEM\ 1) + (PRE2 * DEM\ 2) + (PRE3 * DEM3) + \dots + (PRE\ n * DEM\ n)$$

Onde:

$ROB\ i$ = Receita operacional Bruta no período i [\$/período]

$PRE\ i$ = Preço unitário do item i [\$/pç]

$DEM\ i$ = Demanda no período do item i [pç/período]

Impostos - Em se tratando de fornecimento para o mercado interno, são consideradas as deduções de impostos conforme legislação vigente e dados do módulo 2- Premissas Básicas.

ICMS - imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (%) cujas alíquotas variam de acordo com as origens e destinos das mercadorias ou serviços.

$$\text{ICMS} = \text{ROB} * (\text{AICMS} / 100)$$

Onde:

ICMS = Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços [\$/período]

ROB = Receita operacional Bruta [\$/período]

AICMS= Alíquota de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços [%]

PIS – Programa de Integração Social.

$$\text{PIS} = \text{ROB} * (\text{APIS} / 100)$$

Onde:

PIS = Programa de Integração Social [\$/período]

ROB = Receita operacional Bruta [\$/período]

APIS = Alíquota do Programa de Integração Social [%]

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

$$\text{COFINS} = \text{ROB} * (\text{ACOFINS} / 100)$$

Onde:

COFINS= Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social [\$/período]

ROB = Receita operacional Bruta [\$/período]

ACOFINS= Aliquota de Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social [%]

Devoluções e Abatimentos.

$$DEV = ROB * (Dev / 100)$$

Onde:

DEV= Valor das devoluções e abatimentos [\$/período]

Dev = Índice de devoluções e abatimentos [%]

ROB = Receita operacional Bruta [\$/período]

O índice de devoluções diz respeito aos débitos que possam ser alocados pelos clientes ao fornecedor por conta de não conformidades nos produtos fornecidos. Os abatimentos, em geral, são descontos praticados sobre o valor dessas receitas por conta de negociações comerciais do tipo: pagamentos antecipados, comissões comerciais e outros. O índice deve representar o percentual em relação a receita bruta e deve ser estimado pelo usuário para cada caso específico.

Receita Operacional Líquida - A receita operacional líquida é determinada pela subtração dos impostos e das devoluções e abatimentos da Receita Operacional Bruta.

$$ROL = ROB - (ICMS + ICMS + COFINS + DEV)$$

Onde:

ROL = Receita Operacional Líquida [\$/período]

ICMS = Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços [\$/período]

PIS = Programa de Integração Social [\$/período]

COFINS = Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social [\$/período]

DEV= Valor das devoluções e abatimentos [\$/período]

Custos Variáveis - São considerados como custos variáveis:

a) Materiais de Consumo

Os custos por período dos materiais de consumo são determinados pelo produto do custo unitário de material de consumo por item, do módulo materiais de consumo e as respectivas demandas por período.

$$CMDi = (CMDUa * DEMai) + (CMDUb * DEMbi) + \dots + (CMDUn * DEMni)$$

Onde:

CMDi = Custos dos materiais de consumo no período i [\$/período]

CMDUa = Custo do material de consumo unitário do item a [\$/pç]

DEMai = Demanda do item a no período i [pç/período]

b) Mão-de-Obra Direta

A forma de obtenção dos custos da mão-de-obra direta por período está definida no módulo Mão-de-obra. Seus valores são exportados para o módulo Demonstração de Resultados.

c) Energia Elétrica Direta

O custo de energia elétrica é calculado com base nos consumos, fator de utilização e custo unitários definidos no módulo Investimentos.

$$CUEEi = (COEEi * CUUEE * FUEEi)$$

Onde:

CUEEi = Custo de energia elétrica no período i [\$/período]

COEEi = Consumo de energia elétrica no período i [kwh/período]

CUUEE = Custo unitário da energia elétrica [\$/kwh]

FUEEi = Fator de utilização de energia elétrica [adimensional]

O custo unitário da energia elétrica contempla tanto custo da demanda quanto os custos do consumo.

d) Benefícios Sociais diretos

Os custos dos benefícios sociais se referem aos possíveis gastos com auxílio, inerentes à mão-de-obra direta como transporte, alimentação, saúde, e outros.

$$CBSMODi = CUBsoc * QMODi$$

Onde:

$CBSMODi$ = Custos dos benefícios sociais da mão-de-obra direta no período i
[\$/período]

$QMOD i$ = Quantidade de postos de trabalho necessárias no período i [pt / Período]

$CUBsoc$ = Custo dos benefícios sociais por empregado de mão-de-obra direta
[\$/pt]

e) Refugos

Nos custos relativos às perdas por refugamento estão contidos os custos variáveis dos serviços de usinagem, acrescidos dos custos relativos à matéria-prima, como o custo do item a ser usinado e que, a princípio, é perdido em caso de refugamento desse serviço. Esta medida deve ser tomada por se tratar de produtos fundidos cujo preço é definido por unidade de massa, ou seja, preço por quilograma do material usinado.

$$CREFi = (((CMDi + CUEEi + CMODi) * (IPref./100)) + (Volumei * CUFU)).$$

Onde:

$CREFi$ = Custo das perdas por refugo no período i [\$ / período]

$CMDi$ = Custos dos materiais de consumo no período i [\$ / período]

$CUEEi$ = Custo de energia elétrica no período i [\$ / período]

$CMOD i$ = Custos de mão-de-obra direta no período [\$ / período]

$IPref$ = Índice de perdas por refugo [%]

$Volumei$ = Volume de produção previsto para o período i [t / período]

CUFU = Custo unitário dos fundidos [\$/t]

Custo Variável Total - Custos variáveis totais no período compreendem a somatória dos custos relativos a materiais de consumo, mão-de-obra direta, energia elétrica direta e perdas por refugo nos respectivos períodos.

$$CV_i = (CMD_i + CMOD_i + CUEE_i + CREF_i)$$

Onde:

CV_i = Custos variáveis no período i [\$/período]

CMD_i = Custos dos materiais de consumo no período i [\$/período]

$CMOD_i$ = Custos de mão-de-obra direta no período [\$/período]

$CUEE_i$ = Custo de energia elétrica no período i [\$/período]

$CREF_i$ = Custo das perdas por refugo no período i [\$/período]

Margem de Contribuição - a margem de contribuição representa o valor disponível para cobrir custos e despesas fixas, além do lucro, podendo este último ser positivo ou negativo.

$$MC_i = ROL_i - CV_i$$

Onde:

MC_i = Margem de contribuição no período i [\$/período]

ROL_i = Receita Operacional Líquida no período i [\$/período]

CV_i = Custos variáveis no período i [\$/período]

Custos Fixos

Mão-de-Obra Indireta - A forma de obtenção dos custos da mão-de-obra indireta por período está definida no módulo "Mão-de-Obra" e seus valores são importados pelo módulo demonstração de resultados.

$$CMOI_i = QMOI_i * CUMobra$$

Onde:

$CMOI_i$ = Custos de mão-de-obra indireta no período i [\$/período]

$QMOI_i$ = Quantidade de postos de trabalho de mão-de-obra indireta necessária no período i [pt/período]

$CUMobra$ = Custo da mão-de-obra indireta por cargo e por posto de trabalho no período i (\$/pt)

Custos de Manutenção - os custos inerentes à manutenção são determinados com base no valor das máquinas e equipamentos imobilizados. O sistema considera um percentual de gastos com manutenção sobre o valor das máquinas e equipamentos imobilizados no período.

$$CUMAN_i = (VPMaq_i + VPDF_i + VPDC_i) * (IMAN/100)$$

Onde:

$CUMAN_i$ = Custos de manutenção no período i [\$/período]

$VPMaq_i$ = Valor das máquinas e equipamentos no período i [\$/período]

$VPDF_i$ = Valor do dispositivo de fixação no período i [\$/período]

$VPDC_i$ = Valor do dispositivo de controle [\$/período]

$IMAN$ = Índice de manutenção [%]

Benefícios Sociais indiretos - Custos dos benefícios sociais se referem aos possíveis gastos com auxílios inerentes a mão-de-obra indireta como: transporte, alimentação, saúde, e outros.

$$CBSMOli = CUBsoc * QMOli$$

Onde:

$CBSMOli$ = Custos dos benefícios sociais da mão-de-obra indireta no período i [\$/período]

$QMOI_i$ = Quantidade de postos de trabalho necessárias no período i [pt/período]

CUBsoc = Custo dos benefícios sociais por empregado de mão-de-obra indireta [\$/pt]

Serviços de terceiros - refere-se aos custos de serviços terceirizados como, por exemplo, serviços de limpeza e conservação da planta industrial, serviços de coleta e tratamento de resíduos, e outros serviços especializados. O sistema proposto faz a correlação dos gastos com o valor das máquinas e equipamentos imobilizados. Nem sempre esta correlação é válida. Eventualmente podem ser nulos os gastos com terceiros. Cada caso deve ser analisado e o sistema adaptado.

$$CUSERV = VPMaq_i * (ISERV / 100).$$

CUSERV = Custos dos serviços de terceiros no período i [\$/período]

VPMaq_i = Valor parcial do investimento no período i [\$/período]

ISERV_i = Índice de serviços de terceiros [%]

Custo de Depreciação de Máquinas e Equipamentos - com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CDMaq = VTMaq / VEME$$

Onde:

CDMaq_i = Custo de depreciação de máquinas e equipamentos no período i [\$/período]

VTMaq = Valor total das máquinas e equipamentos no período [\$]

VEME = Vida econômica das máquinas e equipamentos [períodos]

Custos de depreciação de ferramentais - os custos de depreciação dos ferramentais são compostos pela somatória das três categorias de ferramentais como descrito no módulo "Investimentos":

- .
- Dispositivos de fixação

- Dispositivos de controle
- Ferramentas de usinagem.

Custo de Depreciação de Dispositivos de Fixação - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CADF = VTDF / VEDF$$

Onde:

CADF = Custo de depreciação de dispositivos de fixação [\$/período]

VTDF = Valor total dos dispositivos de fixação no período [\$]

VEDF = Vida econômica dos dispositivos de fixação [períodos]

Custo de Depreciação de Dispositivos de Controle - Com base nos respectivos valores de investimento e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CADC = VTDC / VEDC$$

Onde:

CADC = Custo de depreciação de dispositivos de controle [\$/período]

VTDC = Valor total dos dispositivos de controle no período [\$]

VEDC = Vida econômica dos dispositivos de controle [períodos]

Custo de Depreciação do Ferramental de Usinagem - Com base nos respectivos valores dos investimentos e vida econômica estimada são calculados os custos de depreciação por período.

$$CAFU = VTFU / VEFU$$

Onde:

CAFU = Custo de depreciação do ferramental de usinagem [\$/período]

VTFU = Valor total do ferramental de usinagem no período [\$]

VEFU = Vida econômica do ferramental de usinagem [períodos]

Custos da Unidade de Negócios - Os custos da Unidade de Negócios representam os custos técnicos e administrativos da unidade, no que diz respeito às funções de Logística Interna, Engenharia da Qualidade, Engenharia da Manutenção, Engenharia do Produto, Engenharia dos Processos, Planejamento e Controle da Produção e outros.

$$CUUE\ i = Q_{maq\ i} \times K1$$

Onde:

$CUUE\ i$ = Custos da UE no período i [\$/período]

$Q_{maq\ i}$ = Quantidade de máquinas a serem instaladas no período i [u/período]

$K1$ = Constante de custos por período da Unidade de Negócios por máquina instalada [\$/u]

Despesas Corporativas - Despesas corporativas assim como os custos da unidade de negócios representam o volume de despesas por período para cobrir gastos administrativos e comerciais, quais sejam: Controladoria, Finanças, Recursos Humanos, Marketing, Assessoria Jurídica e outros.

Assim como os custos da Unidade de Usinagem, as despesas Corporativas são determinadas em função da quantidade de equipamentos instalados na célula, no período.

$$DC\ i = Q_{maq\ i} \times K2$$

Onde:

$DC\ i$ = Despesas Corporativas no período i . [\$/período]

$Q_{maq\ i}$ = Quantidade de máquinas a serem instaladas no período i [u/período]

$K2$ = Constante de custos Corporativos por período por máquina instalada [\$/u]

Gastos Fixos Totais - São representados pelo somatório dos gastos:

- Mão-de-obra indireta

- Benefícios sociais
- Serviços de terceiros
- Manutenção
- Materiais de segurança
- Despesas gerais
- Depreciação
- Depreciação dos ferramentais
- Custos da Unidade de negócios
- Despesas corporativas

$$CF_i = CMO_i + CUMAN_i + CBSMO_i + CDMa_i + CADF + CADC + CAFU + CUUE_i + DC_i$$

Onde:

CF_i = Somatório dos custos fixos no período i . [\$/período]

CMO_i = Custos de mão-de-obra indireta no período [\$/período]

$CUMAN_i$ = Custos de manutenção no período i [\$/período]

$CBSMO_i$ = Custos dos benefícios sociais da mão-de-obra indireta no período i [\$/período]

$CDMa_i$ = Custo de depreciação de máquinas e equipamentos no período i [\$/período]

$CADF$ = Custo de depreciação de dispositivos de fixação [\$/período]

$CADC$ = Custo de depreciação de dispositivos de controle [\$/período]

$CAFU$ = Custo de depreciação do ferramental de usinagem [\$/período]

$CUUE_i$ = Custos da Unidade de Negócios no período i [\$/período]

DC_i = Despesas corporativas no período i [\$/período]

Lucro Bruto - O lucro bruto no período é obtido pela subtração dos custos e despesas fixas da margem de contribuição.

$$LB_i = MC_i - CDF_i$$

Onde:

LB_i = Lucro bruto no período i [\$/período]

MCI = Margem de contribuição no período i [\$/período]

$CDF\ i$ = Somatório dos custos e despesas fixas no período i [\$/período]

Despesas Financeiras - o sistema divide as despesas financeiras em três categorias, a saber:

- Despesas relativas ao financiamento das vendas ao cliente
- Despesas financeiras decorrentes do capital de giro
- Despesas financeiras sobre ativos fixos (máquinas, equipamentos e galpões)

A razão para dividir as despesas financeiras em três categorias é a possibilidade de se ter custo diferenciado de capital (juros) para cada caso. Sendo assim, no módulo Premissa são distintas as taxas de juros para cada categoria de despesa.

Despesas Financeiras Relativas ao Financiamento das Vendas ao Cliente.

$$DFVE\ i = ROB\ i * ((1 + Tjfcmi)^{((1/360)^{Cpgto})} - 1)$$

Onde:

$DFVE\ i$ = Despesas financeiras do financiamento a clientes [\$/período]

$ROB\ i$ = Receita operacional Bruta no período i [\$/período]

$Tjfcmi$ = Taxa de juros para financiamento a clientes [%/período]

$Cpgto$ = Condições de pagamento [períodos]

Despesas Financeiras sobre Capital de Trabalho - O sistema trata o volume de capital de trabalho como uma composição de três parcelas distintas, quais sejam:

- Materiais em almoxarifado
- Produtos em processo
- Produtos acabados

O valor do capital de trabalho inerente aos materiais de almoxarifado é calculado considerando materiais de consumo, materiais de segurança do trabalho, materiais de manutenção e o respectivo tempo de permanência em estoque.

O valor dos produtos em processo é função dos custos unitários dos produtos em processo e dos respectivos volumes em estoque².

Valor Estoques Materiais de Consumo

$$VEMat\ i = CUMMAN\ i + CMDi$$

Onde

$VEMat\ i$ = Valor dos materiais de consumo em estoque no período i [\$/período]

$CUMMAN\ i$ = Custos de materiais de manutenção no período i [\$/período]

$CMDi$ = Custos dos materiais de consumo no período i [\$/período]

Os custos de manutenção “ $CUMANi$ ” englobam tanto os custos com a mão-de-obra de manutenção, mecânicos, eletricitas, assim como componentes e materiais. Geralmente a participação, em valor, é de 50% mão-de-obra e 50% materiais. Logo, os custos de materiais de manutenção são:

$$CUMMANi = CUMANi / 2$$

Onde:

$CUMMAN\ i$ = Custos de materiais de manutenção no período i [\$/período]

$CUMAN\ i$ = Custos de manutenção no período i [\$/período]

Valor dos Estoques de Produtos em Processo

$$VEPproc\ i = (CF\ i + Cvi - CDMaqi - CADF - CADC - CAFU + (((PU\ a * Dem\ ai) + (PU\ b * Dem\ bi) + \dots + (PU\ n * Dem\ ni)) * CUMMatp) / Semper * TEMat$$

² Ver fórmula $VEPproc$, p.70

Onde:

VEP_{proc i} = Valor dos estoques de produtos em processo no período i.
[\$/período]

CF_i = Somatório dos custos fixos no período i [\$ / período]

C_{vi} = Custos variáveis no período i [\$ / período]

CD_{Maqi} = Custo de depreciação de máquinas e equipamentos no período i
[\$ / período]

CAD_F = Custo de depreciação de dispositivos de fixação [\$ / período]

CAD_C = Custo de depreciação de dispositivos de controle [\$ / período]

CA_{FU} = Custo de depreciação do ferramental de usinagem [\$ / período]

Sem_{per} = Quantidade de semanas por período [sem / período]

TE_{Mat} = Estoques de materiais [sem]

PU_a = Peso unitário do item “a” [kg / pç]

Dem_{ai} = Demandas previstas do item “a” no período i [pç / período]

CUM_{Matp} = Custo das matérias primas [\$ / kg]

Valor dos Estoques de Produtos Acabados

Os estoques de produtos acabados são valorados por seu custo total de usinagem acrescidos dos custos da matéria prima, ou seja, o custo das peças fundidas brutas.

VEP_{Pacab i} = [(C_{v i} + CF_i) / Sem_{per}] * Te_{acab i}

Onde:

VEP_{Pacab i} = Valor dos estoques de produtos acabados no período i
[\$ / período]

C_{vi} = Custos variáveis no período i [\$ / período]

CF_i = Somatório dos custos fixos no período i [\$ / período]

Sem_o = Quantidade de semanas por período [sem / período]

Te_{acab i} = Quantidade média de semanas que o produto acabado fica em estoque [sem]

Capital de Trabalho - O valor do Capital de Trabalho ou Capital de Giro é determinado em função dos estoques de materiais e produtos ao longo do fluxo dos processos, iniciando com os almoxarifados de matérias-primas, embalagens e materiais de processo e de consumo, passando por produtos em processo e abrangendo todos os materiais contidos nos produtos acabados.

$$CAP_{trab\ i} = VEMat\ i + VEP_{proc\ i} + VEP_{acab\ i}$$

Onde:

$CAP_{trab\ i}$ = Capital de trabalho no período i [\$/período]

$VEMat\ i$ = Valor dos materiais de consumo em estoque no período i [\$/período]

$VEP_{proc\ i}$ = Valor dos estoques de produtos em processo no período i [\$/período]

$VEP_{acab\ i}$ = Valor dos estoques de produtos acabados no período i [\$/período]

Despesas Financeiras sobre Capital de Trabalho - As despesas financeiras sobre o capital de trabalho são calculadas com base no montante de capital de trabalho necessário e a taxa de juros para financiamento de ativos especificados nas premissas básicas.

$$DFC_{trab\ i} = CAP_{trab\ i} * (1 + Tjfa)$$

Onde:

$DFC_{trab\ i}$ = Despesas financeiras sobre o capital de trabalho no período i [\$/período]

$CAP_{trab\ i}$ = Capital de trabalho no período i [\$/período]

$Tjfa$ = Taxa de juros para financiamento de ativos (%/100)

Despesas Financeiras sobre Ativos Imobilizados - Compreendem as despesas financeiras relativas aos bens imobilizados, representados principalmente

pelos equipamentos que compõem a célula, os ferramentais, os galpões e a infraestrutura necessária.

$$DF_{Ativos\ i} = (VP_{Mq\ i} + VTDF + VTDC + VTFU) * (1 + Tjfa)$$

Onde:

$DF_{Ativos\ i}$ = Despesas financeiras sobre ativos imobilizados no período i
[\$/período]

$VP_{Mq\ i}$ = Valor do investimento no período i [\$ / período]

$VTDF$ = Valor total dos dispositivos de fixação no período [\$ / período]

$VTDC$ = Valor total dos dispositivos de controle no período [\$ / período]

$VTFU$ = Valor total do ferramental de usinagem no período [\$ / período]

$Tjfa$ = Taxa de juros para financiamento de ativos (%/100).

Despesas Financeiras com CPMF no período i (Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira):

$$VPCPMF\ i = ROB\ i * Txcpmf$$

Onde:

$VPCPMF\ i$ = Valor parcial da CPMF no período i [\$ / período]

$ROB\ i$ = Receita operacional Bruta no período i [\$ / período]

$Txcpmf$ = Taxa de contribuição provisória sobre movimentações financeiras
[%/100]

Lucro Antes do Imposto de Renda - O lucro antes do imposto de renda é obtido pela dedução da somatória das despesas financeiras do lucro bruto.

$$LAIR\ i = (LB\ i - (DFVE\ i + DFCTrab\ i + DF_{Ativos\ i} + VPCPMF\ i))$$

Onde:

$LAIR\ i$ = Lucro antes do Imposto de Renda no período i [\$ / período]

$LB\ i$ = Lucro bruto no período i [\$ / período]

$DFVE\ i$ = Despesas financeiras do financiamento a clientes [\$ / período]

$DFC_{\text{trab } i}$ = Despesas financeiras sobre o capital de trabalho no período i [\$/período]

$DF_{\text{Ativos } i}$ = Despesas financeiras sobre ativos imobilizados no período i [\$/período]

$VPCPMF_i$ = Valor da CPMF no período i [\$/período]

Imposto de Renda e Contribuição Social sobre Lucros - O Imposto de Renda e Contribuição Social é calculado com base nos resultados parciais da operação, ou seja, o imposto incide sobre os lucros. Caso não haja lucro na operação, o desconto relativo ao imposto de renda será igual a zero.

Sendo assim, o sistema calcula o imposto de renda mediante decisão. Se LAIR (Lucro Antes do Imposto de Renda) for maior do que zero, multiplica-se o LAIR pela taxa de desconto do imposto de renda. Caso contrário assume valor zero.

$$VPIR_i = \begin{cases} Txir * LAIR_i & \text{se } LAIR_i > 0 \\ 0 \text{ (zero) , caso contrário} \end{cases}$$

Onde:

$VPIR_i$ = Valor parcial do Imposto de Renda no período i [\$/período]

$LAIR_i$ = Lucro antes do Imposto de Renda no período i [\$/período]

$Txir$ = Taxa de Imposto de Renda [%/100]

Lucro Líquido - O Lucro Líquido é calculado pela dedução do Imposto de Renda do respectivo lucro antes do Imposto de Renda:

$$LL_i = LAIR_i - IR_i$$

Onde:

LL_i = lucro líquido no período i [\$/período]

$LAIR_i$ = Lucro Antes do Imposto de Renda no Período i [\$/período]

IR_i = Imposto de Renda no período i [\$/período]

Caixa Estrutural (ou simplesmente caixa) - O valor Caixa é determinado pela adição das parcelas de lucro líquido, depreciações e amortizações no período.

$$CX_i = (LL_i + CD_{Maq_i} + CADF + CADC + CAFU)$$

Onde:

CX_i = Valor caixa no período i [\$/período]

LL_i = lucro líquido no período i [\$/período]

CD_{Maq_i} = Custo de depreciação de máquinas e equipamentos no período i [\$/período]

$CADF$ = Custo de depreciação de dispositivos de fixação [\$/período]

$CADC$ = Custo de depreciação de dispositivos de controle [\$/período]

$CAFU$ = Custo de depreciação do ferramental de usinagem [\$/período]

3.2.7 MÓDULO 7: FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa tem por objetivo analisar a aplicação dos investimentos. É composto por entradas e saídas de caixa que, por convenção, levam sinais negativos e positivos respectivamente.

São saídas de caixa os investimentos os custos e as despesas, enquanto as receitas e os lucros são entradas de caixa. No caso do sistema proposto, as saídas de caixa são caracterizadas pelos investimentos efetuados em cada período além do capital de trabalho, explicitados nos módulos Investimentos e Demonstração de Resultados respectivamente. As entradas de caixa estão sintetizadas nos valores do caixa estrutural do módulo Demonstração de Resultados e valor residual no próprio fluxo de caixa que tem origem nas premissas básicas

3.2.8 MÓDULO 8: INDICADORES

Esse módulo permite analisar o projeto através de um conjunto de indicadores, quais sejam:

Giro dos ativos: Giro dos ativos [$NOA = Net\ Operational\ Asset$]: O indicador mede a relação entre a receita operacional líquida e o respectivo ativo operacional

líquido. Normalmente o período de receita se refere a um ano. Quanto maior o índice, melhor o negócio.

Lucro Operacional: [EBIT = *Earning Before Interest and Taxes*]: A margem operacional é determinada pela relação entre o lucro operacional e a receita operacional líquida.

Retorno sobre os Investimentos: [RONOA = *Return on Operational Asset*]: O retorno sobre os investimentos é determinado pelo produto do giro sobre os ativos e pelo lucro operacional.

Lucro Líquido - O lucro Líquido é calculado pela dedução do Imposto de Renda do respectivo lucro antes do imposto de renda.

Valor Econômico Agregado: [EVA= *Economic value Added*]: O Valor Econômico Agregado, data de 1995, e é uma marca registrada da consultora Stern Stewart & Co.. É um indicador de rentabilidade que proporciona uma visão do projeto ou do negócio, após a tributação retirados os custos de todo o capital investido, inclusive os custos do capital próprio. Segundo Walles Jr. (1997) “agregamos valor quando produzimos e vendemos algo que vale mais do que a soma dos recursos utilizados para produzi-los e vendê-los”. O valor de EVA é obtido pela subtração dos custos de capital do retorno sobre investimentos.

Taxa Interna de Retorno [TIR] - A taxa interna de retorno é a taxa de juros que aplicada ao fluxo de caixa torna nulo seu valor presente líquido. A determinação da Taxa Interna de Retorno é obtida por tentativas, ou seja, aplicam-se taxas de juros distintas e observam-se os resultados no Valor Presente Líquido. A taxa de juros que tornar o Valor presente líquido em zero é a taxa interna de retorno. As planilhas eletrônicas de cálculo, já dispõem de função específica para resolver esta determinação, como exemplo a função TIR na planilha Excel.

Valor Presente Líquido [VPL] - O Valor Presente líquido é a redução do Fluxo de Caixa a um único valor no início do projeto, obtido pela aplicação dos juros da taxa de atratividade.

$$VPLi = \sum Fci / (1+j)^n$$

Onde:

VPLi = Valor Presente Líquido descontado a uma taxa de juros e um número de períodos [\$/período]

F_{ci} = é o valor do fluxo de caixa no período i [\$/período]

J = é a taxa de atratividade (juros) do projeto [%/100]

N = é o período do valor correspondente no fluxo de caixa do projeto [períodos]

Payback Descontado (Tempo de Retorno do Investimento) - o *Payback* descontado demonstra o número de períodos necessários para que retornem os investimentos, descontados pela taxa de atratividade.

O sistema determina o período de retorno dos investimentos pela comparação do sinal do Valor Presente Líquido no fluxo de caixa descontado em cada período. De acordo com a regra de decisão, faz-se a leitura do sinal dos VOL's, partindo do último período do projeto. Quando for encontrado o primeiro sinal negativo, lê-se o período correspondente e soma-se uma unidade.

Por exemplo:

Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VPL's	-1000	-700	-400	-150	50	250	400	600	850	950

Iniciando as leituras pelo último período, a primeira leitura de VPL com sinal negativo coincide com o período número 4. Logo, o tempo de retorno do projeto é $4+1 = 5$, ou seja, o *Payback* descontado se dá no quinto período.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA

A aplicação do Sistema segue as etapas do fluxograma da Figura 10.

FLUXOGRAMA DO SISTEMA

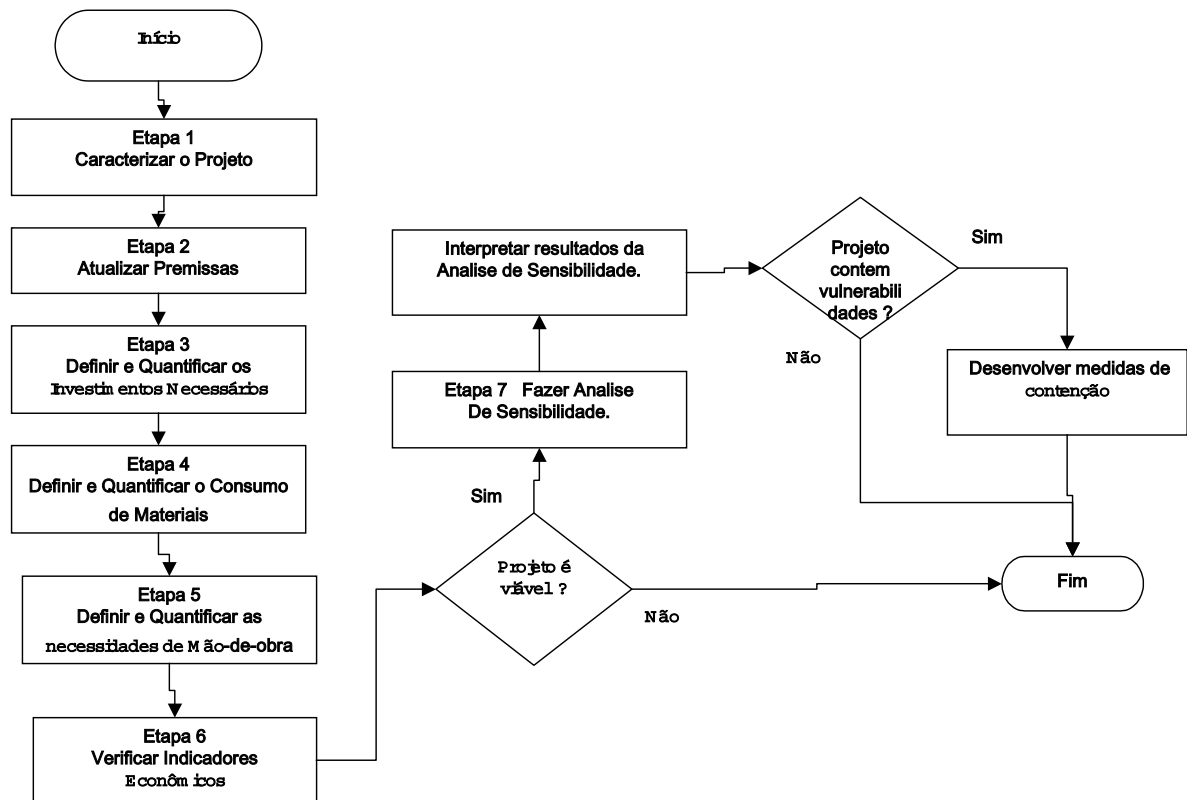


Figura 10: Fluxograma da aplicação do sistema

Como mostra o fluxograma, as cinco etapas iniciais tratam da alimentação do sistema enquanto a sexta e sétima são etapas análise e interpretação de resultados.

Primeira etapa: A etapa inicial trata da caracterização do projeto e compreende o preenchimento dos dados de entrada do Módulo Projeto.

Segunda etapa: Nesta etapa são atualizadas as premissas fiscais, econômico-financeiras, técnicas e de manufatura constantes no Módulo 2 Premissas.

Terceira etapa: Nesta etapa dá-se entrada de todos os dados do Módulo 3 Investimentos. São informados todos os recursos necessários para a formação das células de usinagem, máquinas e instalações, dispositivos de fixação, dispositivos de controle e ferramentas de usinagem.

Quarta etapa: Consiste no preenchimento dos dados do Módulo 4 Materiais de Consumo. São definidos os materiais necessários para a usinagem de cada peça e os respectivos consumos unitários.

Quinta etapa: São informadas as quantidades de postos de trabalho de mão-de-obra necessárias e os respectivos cargos em cada período.

Sexta etapa: nesta etapa são verificados e analisados os resultados na planilha de indicadores do Módulo 8.

Sétima etapa: É feita a análise de sensibilidade. O sistema prevê teste de sensibilidade das principais variáveis e estão definidas no Módulo 8 Indicadores. A análise de sensibilidade pode revelar vulnerabilidades do projeto que por sua vez, podem desencadear medidas de prevenção ou contenção relativas ao projeto em análise.

4 APLICAÇÃO DO SISTEMA - ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE CÉLULAS DE MANUFATURA PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE USINAGEM

No capítulo anterior apresentou-se o sistema propriamente dito, seus módulos e as interações entre eles. Este capítulo trata da aplicação do sistema em um caso real e comenta cada etapa desta aplicação.

4.1 DADOS GERAIS

4.1.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A aplicação do Sistema de Análise de Investimentos em Projetos de Células de Manufatura para Prestação de Serviços de Usinagem: O uso de Planilha Eletrônica foi feita numa indústria metalúrgica. A empresa selecionada conta com duas plantas industriais e está organizada por Unidades de Negócios. A Unidade de Negócios Automotiva atende as montadoras de veículos automotores em geral, abrangendo componentes aplicados em freios, suspensão, transmissão e eixos.

A Empresa tem clientes tanto no mercado interno quanto externo. Mais de quarenta por cento de sua produção é destinada à exportação. Dentre seus clientes estão a Ford, General Motors, Empresa Cliente, Volkswagen, Volvo, Scania e outros.

- Unidade Usinagem: a Empresa Metalúrgica percebeu a política de terceirização de serviços praticada pelas montadoras de veículos e a partir daí adotou como estratégia, oferecer produtos usinados a seus clientes. Hoje, passados alguns anos, a unidade de negócios usina praticamente dez por cento de todo o volume fundido pela companhia.

4.1.2 PRODUTOS USINADOS

A Empresa Metalúrgica foi procurada por uma montadora de veículos com planta no Brasil, para o fornecimento de componentes fundidos usinados.

A Empresa Cliente, que no Brasil, monta automóveis, utilitários e caminhões, desenvolveu uma nova carcaça de direção e pretende, gradativamente, introduzir este novo produto, em substituição aos atuais, em seus veículos. Com esse propósito e seguindo a política de terceirização dos serviços de usinagem, a Empresa Cliente, solicitou à Empresa Metalúrgica, o orçamento de três componentes da nova carcaça de direção, todos fundidos em ferro nodular, usinados e prontos para serem utilizados nas respectivas linhas de montagem³.



Fonte: Empresa Metalúrgica.

Figura 11: Tampa; Carcaça e Válvula

4.1.3 DIMENSÕES DO NEGÓCIO

O negócio, carcaça de direção com a Empresa Cliente, quando atingir o nível de demanda plena, deverá representar uma receita em torno de 7,5 milhões de reais ao ano ou no mínimo 45 milhões de reais ao longo da vida do projeto⁴.

³ Ver figura 11: Carcaças de Direção

⁴ Este valor foi obtido no próprio projeto (na aplicação) e representa a soma das receitas durante a vida do projeto

O fato de a Empresa Cliente ter planejado a substituição das caixas de direção de forma gradativa, substituindo paulatinamente os modelos atualmente em uso, faz com que as projeções de demanda iniciem com 3.000 conjuntos no primeiro ano e cresçam, até atingirem a maturidade no quarto ano, com projeção de 25.000 conjuntos.

4.1.4 O ARRANJO FÍSICO (*LAYOUT*)

O grupo de engenharia da Empresa Metalúrgica, após estudar os desenhos e especificações técnicas de cada componente e as demandas projetadas, concluiu que o melhor arranjo físico seria uma única célula, para atender a usinagem dos três componentes.

A Figura 12 mostra de forma esquemática a célula idealizada para prestar tais serviços de usinagem e representa os recursos necessários, tanto máquinas e equipamentos quanto mão-de-obra.

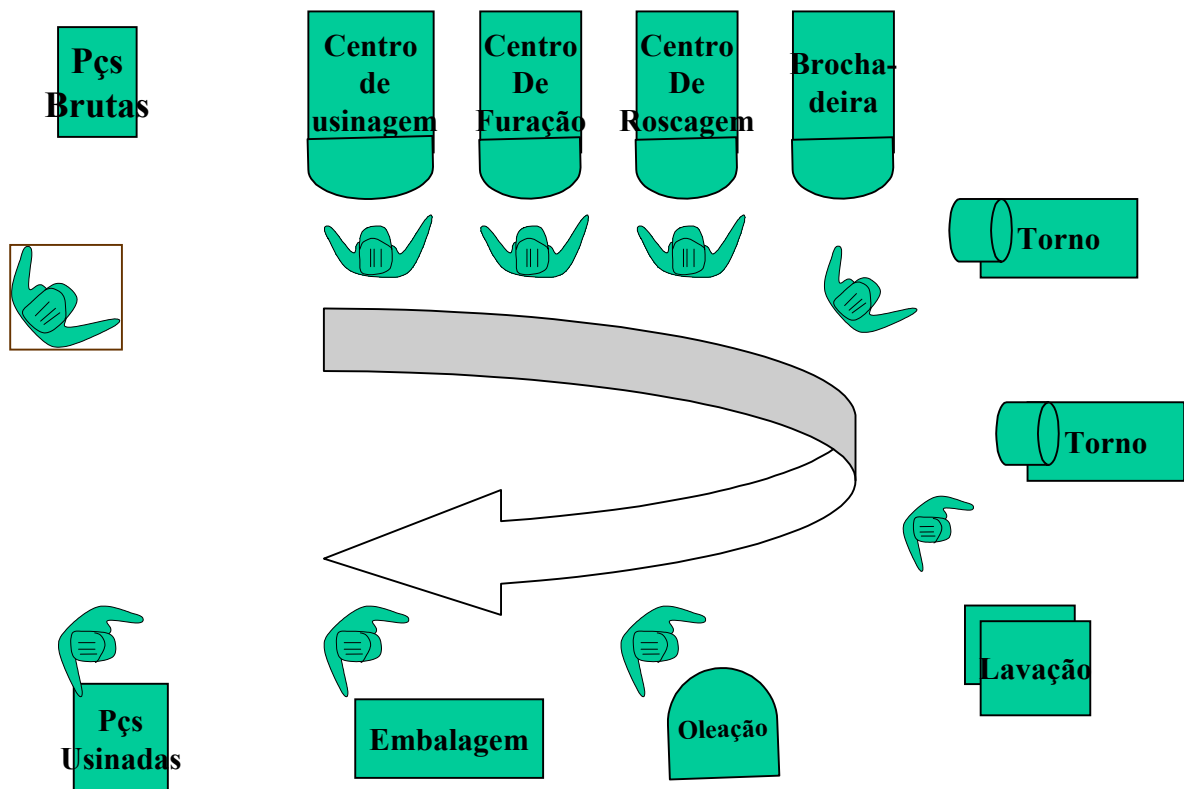


Figura 12: Célula de Usinagem

4.2 APLICAÇÃO DO SISTEMA

O presente estudo trata da usinagem de um subconjunto de carcaça de direção, destinado à indústria automotiva, constituído por três componentes: carcaça, válvula e tampa.

4.2.1 ETAPA 1 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO - MÓDULO 1

Nesta etapa foram preenchidas todas as informações inerentes a planilha do Modulo 1 – Caracterização do projeto. Os detalhes podem ser verificados na Figura 13.

DATA :		01-mai-03		ANALISE DE INVESTIMENTOS								
Caracterização do Projeto												
PROJETO :	Carcaça de direção									Nº:	1	
	Itens:	PESO:	MATERIAL :	NORMA:	Tempo de atravessam.	CLIENTE:	Empresa Cliente					
	Carcaça	30,00 [kg/pc]	FoFo	x	200 [min/pc]	CIDADE:	XXX					
	Valvula	5,00 [kg/pc]	FoFo	x	100 [min/pc]	Condições de pagamento:			30	[dias]		
	Tampa	3,00 [kg/pc]	FoFo	x	30 [min/pc]	Condições de entrega:			Ex-works			
		[kg/pc]			0 [min/pc]	Mercado:		MI	x	ME		
		[kg/pc]			0 [min/pc]	Vida do projeto:			8	[anos]		
DEMANDA ANUAL :												
Itens	Carcaça		[pc]	3.000	7.000	15.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	
	Valvula		[pc]	3.000	7.000	15.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	
	Tampa		[pc]	6.000	14.000	30.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	
	0		[pc]	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0		[pc]	-	-	-	-	-	-	-	-	
			[pc]	12.000	28.000	60.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	
			[t]	123	287	615	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	
PREÇOS PROPOSTOS [ROB]:												
Itens	Carcaça		[\$/pc]	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
	Valvula		[\$/pc]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
	Tampa		[\$/pc]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	
	0		[\$/pc]	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0		[\$/ac]	-	-	-	-	-	-	-	-	

Figura 13: Caracterização do projeto

A expectativa de vida da carcaça de direção, por parte da Empresa Cliente, é de mais de dez anos. No entanto, na aplicação, a vida do projeto de usinagem está sendo limitada a um horizonte de oito anos. A razão principal é que os fabricantes de máquinas de usinagem estimam sua vida útil, a das máquinas, em 40.000 horas de operação, o que em regime de operação de três turnos ocorre em aproximadamente oito anos.

Peso por Item - Compreende o peso da peça após ter sofrido todas as operações de usinagem e respectiva proteção antioxidação que no caso específico é oleação.

Tempos de Atravessamento. O tempo de atravessamento é a soma dos tempos em que o item ocupa as máquinas de usinagem, em cada operação. Trata-se de uma informação muito utilizada entre usinadores, pois dá uma idéia relativa de valor dos serviços de usinagem.

Condições de Entrega *Ex-works*. Equivale à mercadoria embalada à disposição do cliente, na expedição do fornecedor, em condições de ser embarcada. Não contempla, portanto, serviços de carregamento, fretes e outros necessários para colocar a mercadoria na casa do cliente.

As Demandas no Período - As demandas no período representam as expectativas de vendas de conjuntos ao longo da vida do projeto, informadas pela Empresa Cliente.

Preço de Mercado - Pela indisponibilidade da informação, o que é comum nesse tipo de negócio, pois em boa parte dos casos trata-se de itens exclusivos, até então produzidos pelas próprias montadoras, os campos de preços propostos foram inicialmente preenchidos com os valores dos preços objetivos, colocados pela própria Empresa Cliente.

4.2.2 ETAPA 2 – ATUALIZAÇÃO DAS PREMISSAS BÁSICAS - MÓDULO 2

Esta etapa consiste na atualização das premissas fiscais, econômico-financeiras e de manufatura. A Figura 14 apresenta os dados inseridos na planilha do Módulo 2.

As premissas fiscais dizem respeito aos impostos e taxas devidas e foram obtidas junto à contabilidade da Empresa Metalúrgica.

As premissas econômico-financeiras adotadas são as praticadas pela Empresa Metalúrgica e foram obtidas junto aos órgãos de Contabilidade e Finanças.

As premissas de estoques têm por objetivo determinar o valor do capital de trabalho necessário à operação e foram definidos pelo grupo de engenharia e os índices de manutenção representam a média histórica observada na Unidade de Negócios usinagem e foi obtida com o grupo de engenharia.

DATA :	1-mai-03	ANALISE DE INVESTIMENTOS			
PROJETO :	Carcaça de direção		Nº:	1	
Premissas básicas:					
Fiscais:					
	ICMS		12,00%	[%/ROB]	
	PIS		0,65%	[%/ROB]	
	COFINS		3,00%	[%/ROB]	
	CPMF		0,38%	[%/ROB]	
	IR		34,00%	[%/Lair]	
Econômico Financeiras:					
	Taxa de atratividade		10%	[%/aa]	
	Taxa de juros fin. Ativos		15%	[%/aa]	
	Taxa de juros fin. Vendas MI		25%	[%/aa]	
	Taxa de juros fin. Vendas ME		20%	[%/aa]	
	Cambio		3,00	[\$/US\$]	
Técnicas & Manufatura:					
	Estoques Almoxxarifados		2,0	[sem]	
	Estoques [WIP + acabados]		1,0	[sem]	
	Cobertura p/ Utilidades.		1,2	[]	
	Custos de Manutenção		5%	[% / invest]	
	Refugos		1%	[índice]	
	Período de Depreciação		8	[anos]	
	Índice de Devoluções		0,10%	[% / ROB]	
	Valor Residual		10%	[%/investimento]	
	Eficiência Global		0,85	[]	
	Horas Extras		5%	[%]	
	Regime Trabalho		3	[turnos/dia]	
	Custo Médio das Peças a Usinar		1,50	[\$/Kg]	
	Despesas da EU		75	[k\$/ano/maq. usin]	
	Despesas Corporativas		50	[k\$/ano/maq. usin]	

Figura 14: Premissas Básicas

Índices de refugos representam a expectativa de perdas por rejeições no processo de usinagem e foi determinado pelo engenheiro de processo, assim como o índice de devoluções.

O valor residual da célula representa a estimativa do valor que o mercado estaria disposto a pagar pela célula, completados os oito anos de operação.

No projeto em discussão, o grupo de engenharia estimou o valor residual em dez por cento do valor da célula nova. O desempenho da célula representa a relação entre o tempo de célula operando e o tempo de célula disponível e foi estimado em 0,85.

As horas extras, o valor adotado, representa índice médio histórico praticado na Unidade de Negócios Usinagem da empresa metalúrgica.

O regime de trabalho da célula foi definido como três turnos, uma vez que os investimentos são significativos e a operação em regime de menor duração implicaria na aquisição de mais equipamentos.

O Custo da matéria-prima é utilizado nos cálculos das perdas com refugo, visto que cada peça refugada na usinagem implica na perda do valor da matéria-prima menos seu peso a valor de sucata.

Despesas da unidade de negócios e Despesas Corporativas. A contabilidade da empresa metalúrgica estudou o comportamento dos custos administrativos da Unidade de Negócios Usinagem e concluiu que há uma forte correlação entre os gastos anuais e a quantidade de máquinas de usinagem instaladas.

4.2.3 ETAPA 3 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS INVESTIMENTOS - MÓDULO 3

Todos os dados de entrada deste módulo foram determinados pelo grupo de engenharia, tomando por base as necessidades do cliente e os conhecimentos tecnológicos de usinagem. A quantidade de equipamentos necessários ao longo do período, apresentados na Figura 15 – Investimentos em equipamentos e instalações, considera o perfil das demandas nos períodos e a capacidade dos equipamentos em cada operação dos componentes usinados. Com exceção de um torno Okuma e dois centros de usinagem Heller, que só serão necessários no segundo e terceiro períodos do projeto, todos os demais equipamentos serão implantados no período inicial, período zero.

Os preços de aquisição de máquinas e ferramentas foram pesquisados pela área de compras da empresa metalúrgica e fazem parte do banco de dados do sistema.

O módulo investimentos, além de receber os dados de entrada, calculou os custos anuais de depreciação, depreciação de ferramentais, manutenção e energia elétrica, segundo os critérios especificados no capítulo 3.

Dispositivos de controle:													
		Valor s/ ICMS	Vida útil	Amortização	Reposições								
Quant	Descrição	\$/un	[anos]	\$/ano	Zero	1	2	3	4	5	6	7	8
Quantidade de Recursos a Repor													
1	Dispositivos simples	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Dispositivos médios	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Dispositivos complexos	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Calibradores de rosca	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Calibradores tampão	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Calibradores de boca	1.600	4	400	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1	Paquímetros	1.700	4	425	1	-	-	-	1	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Soma	2.825,00	11.300	-	-	-	11.300	-	-	-	-

Figura 17: Módulo 3 – Investimentos em Ferramentais de Controle.

4.2.4 ETAPA 4 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSUMO - MÓDULO 4

Neste módulo foram alimentados todos os dados de consumo dos materiais. Entende-se como materiais de consumo, aqueles cujos consumos são diretamente proporcionais às demandas de serviço de usinagem da célula.

A planilha conta com um banco de dados de ferramentas e componentes normalmente utilizados na Unidade de Negócios Usinagem. A seleção dos componentes utilizados foi feita pela abertura de uma “janela” nas células “descrição/modelo”, e, uma vez selecionadas são automaticamente transferidas e consideradas no projeto.

Como pode ser observado na Figura 18 Materiais de Consumo, a planilha acumulou os valores projetados por item.

DATA :	1-mai-03				ANALISE DE INVESTIMENTOS				0		0		
PROJETO :	Carcaça de direção								Nº:	1			
Materiais de Consumo Variáveis													
Produtos													
Quant.	Material	Valor	Unidades	Carcaça		Valvula		Tampa		0		0	
	Descrição	[\$]	de medida	Consumo	Valor	Consumo	Valor	Consumo	Valor	Consumo	Valor	Consumo	Valor
			[*]	[*/pc]	[\$/pc]	[*/pc]	[\$/pc]	[*/pc]	[\$/pc]	[*/pc]	[\$/pc]	[*/pc]	[\$/pc]
1,00	BROCA MD HE 330	200,00	PÇ	0,01	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	FRESA MD HE 225	400,00	PÇ	0,01	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	BROCA HE 020	100,00	PÇ	0,03	2,50	0,01	1,00	-	-	-	-	-	-
1,00	BROCA MD ESC.12,7 X 14,3	500,00	PÇ	0,01	2,50	0,00	1,25	0,00	1,67	-	-	-	-
1,00	BROCA HE 530	200,00	PÇ	0,01	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	PASTILHA METAL DURO ESTILO TPUN 110308	5,00	PÇ	0,00	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	PASTILHA METAL DURO RECAMBIAVEL ESTILO WNMIG 080	10,00	PÇ	0,01	0,05	-	-	0,00	0,03	-	-	-	-
1,00	PASTILHA CNMA 12 04 12	2,00	PÇ	0,01	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
1,00	MACHO M 10 X 1,5 M.D.	200,00	PÇ	0,01	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	MACHO M 12 X 1,75 M.D.	200,00	PÇ	0,00	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	OLEO DESENGRAXANTE	20,00	L	0,01	0,20	0,01	0,10	0,00	0,05	-	-	-	-
1,00	OLEO PROTETIVO	20,00	L	0,02	0,40	0,01	0,20	0,01	0,10	-	-	-	-
1,00	SACO PLASTICO	1,50	PC	1,00	1,50	0,50	0,75	0,33	0,50	-	-	-	-
1,00	PALET	40,00	PC	0,02	0,67	0,00	0,13	0,00	0,08	-	-	-	-
1,00	FITA POLIÉSTER	1,00	M	0,33	0,33	0,07	0,07	0,04	0,04	-	-	-	-
1,00	CARTÃO	1,00	PC	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
-					-	-	-	-	-	-	-	-	-
-					-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total				15,54		3,51		2,47		-		-

Figura 18: Módulo 4 – Materiais de consumo

4.2.5 ETAPA 5 – DEFINIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MÃO-DE-OBRA - MÓDULO 5

No Módulo 5 - Mão-de-obra, o grupo de engenharia especificou as quantidades de postos de trabalho de mão-de-obra necessárias por cargo e por período. As quantidades de postos de trabalho por período variam em função da projeção de volumes a serem vendidos. Assim como no caso dos módulos de investimentos e de materiais de consumo, a planilha conta com um banco de dados sobre mão-de-obra, bastando o usuário fazer sua seleção através do sistema de janelas.

Os custos unitários anuais por cargo contemplam salários, encargos oficiais e também os benefícios concedidos pela empresa, tais como: plano de saúde, auxílio alimentação, auxílio transporte e outros. Como resultado são apresentados os custos anuais de mão-de-obra indireta e de mão-de-obra direta. A Figura 19 - Mão-de-obra, apresenta em detalhes os dados alimentados na planilha do Modulo 5.

DATA :	1-mai-03										
PROJETO :	Carcaça de direção							Nº:	1		
Mão-de-obra											
Postos de Trabalho	Nível	Custos	Períodos								
	Salarial	[sal+enc] [\$/ano]	1	2	3	4	5	6	7	8	
Quantidade de Posições Necessárias											
Mão-de-obra Indireta											
LÍDER	9,00	60.000	-	1	2	2	2	2	2	2	2
TÉCNICO SÊNIOR	5,00	30.000	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Soma		1	2	3	3	3	3	3	3	3
	Total	[\$/ano]	30.000	90.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Mão-de-obra Direta											
OPERADOR	1,00	10.000	4	5	9	9	9	9	9	9	9
OPERADOR II	3,00	12.000	-	1	3	3	3	3	3	3	3
OPERADOR III	4,00	13.000	1	1	2	2	2	2	2	2	2
PREPARADOR	19,00	28.000	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Soma		6	8	15	15	15	15	15	15	15
	Total	[\$/ano]	85.050	108.150	189.000	189.000	189.000	189.000	189.000	189.000	189.000

Figura 19: Mão-de-Obra

4.2.6 ETAPA 6 – VERIFICAÇÃO DOS INDICADORES - MÓDULO 8

Nesta etapa são analisados os resultados do projeto. O conjunto de indicadores apresentados na Figura 20 – Indicadores levou a equipe do projeto da empresa metalúrgica a fazer os seguintes comentários relativos ao projeto:

a) O projeto apresenta, mesmo à demanda plena, o indicador “Giro dos ativos” menor do que a expectativa que seria de 100%.

b) O lucro operacional superou as expectativas, em torno de 50%.

c) A rentabilidade (RONOA), o Lucro Líquido e o EVA, na fase madura do projeto, estão acima do que é normalmente esperado.

d) Os três parâmetros de avaliação dos investimentos estão aquém das expectativas, especialmente o *payback* de seis anos, foi considerado muito longo para um projeto com vida de oito anos.

e) Finalmente a equipe entendeu que o projeto fica prejudicado pelo perfil da demanda. Os baixos volumes nos períodos iniciais provocam ociosidade de equipamentos.

Indicadores													
		Períodos		Zero	1	2	3	4	5	6	7	8	Media
VOLUMES		[t]			123	287	615	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	
INVESTIMENTOS TOTAIS		[k\$]		9.137	5.111	-	1.662	2.058	306	-	-	-	-
Equipamentos (novos)		(\$mil)		6.830	3.830	-	1.340	1.660	-	-	-	-	-
Periféricos (atuais)		(\$mil)		1.639	919	-	322	398	-	-	-	-	-
Ferramentais		(\$mil)		613	306	-	-	-	306	-	-	-	-
Cap. Trabalho		(\$mil)		55	55	-	-	-	-	-	-	-	-
Giro dos ativos	[NOAT]	[%]			19%	44%	71%	91%	88%	88%	88%	88%	66%
L. Operacional	[EBIT]	[%]			62%	22%	47%	58%	58%	58%	58%	58%	52%
Rentabilidade	RONOA	[%]			12%	10%	34%	52%	51%	51%	51%	51%	35%
Lucro Líquido		[%/ ROL]			65%	19%	31%	36%	36%	36%	36%	36%	21%
EVA		[%]			28%	6%	19%	27%	25%	25%	25%	25%	15%
TIR		[%/aa]			#NÚM!	#NÚM!	#NÚM!	8%	10%	18%	23%	27%	
VPL		[k\$]			(4.928)	(5.356)	(5.091)	(2.561)	(70)	2.194	4.253	6.402	
PAY BACK		[anos]			6								

Figura 20: Indicadores

4.2.7 ETAPA 7 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - MÓDULO 8

Nesta etapa aplicou-se a análise de sensibilidade em nove variáveis, e mediuse o impacto no VPL Valor Presente Líquido. A Figura 21- Painel de Operação de Análise de Sensibilidade apresenta o painel de aplicação da análise de sensibilidade.

Análise de sensibilidade:			
Preço	1,06		
Volumes	1,00		
Materiais diretos	1,00		
Mão-de-obra direta c/ encargos	1,00		
Energia elétrica direta	1,00		
Mão-de-obra indireta	1,00		
Manutenção	1,00		
Despesas da UE	1,00		
Despesas corporativas	1,00		

Figura 21: Painel de operação de Análise de Sensibilidade.

Estas variáveis são passíveis de alteração mediante barras de rolagem e seus efeitos sobre o projeto em estudo se fazem refletir automaticamente no conjunto de indicadores, permitindo dessa forma uma visão mais ampla do projeto, seus pontos fortes e suas vulnerabilidades.

As variações aplicadas as variáveis foi de +/- 20% e os resultados constam no Quadro 5 - Análise de Sensibilidade.

Parâmetros	Variação (%)	Impacto no VPL	Variação
Situação original		5.471	[%]
Volumes	20	5.829	7
Preços	20	9.030	65
Materiais de consumo	20	5.173	-5
Mão-de-obra direta	20	5.370	-2
Energia Eletrica	20	5.413	-1
Mão-de-obra Indireta	20	5.385	-2
Manutencao	20	5.228	-4
Investimentos	20	4.069	-26
Despesas da Unid. Neg.	20	5.215	-5
Despesas Corporativas	20	5.301	-3

Quadro 5: Análise de Sensibilidade

Como pode ser observado no Quadro 5 - Análise de Sensibilidade, o projeto é muito sensível a duas variáveis: o preço e os investimentos, onde uma variação de 20% apresentou um impacto no VPL de 65% e 26% respectivamente.

4.3 ANÁLISE DO PROJETO

1. Com os preços objetivos do cliente, R\$ 360,00 por conjunto, o projeto ao seu final apresenta os seguintes índices:

	Valor / conjunto	[R\$/conj]		360,00
Giro dos ativos	[NOAT]	[%]		62%
L. Operacional	[EBIT]	[%]		50%
Rentabilidade	RONOA	[%]		31%
Lucro Liquido		[% / ROL]		18%
EVA		[%]		13%
TIR		[% / aa]		25%
VPL		[k\$]		5.471
PAY BACK		[anos]		6

Quadro 6: Índices do Projeto

Considerando a vida do projeto e o volume de dinheiro investido, os analistas de negócio entenderam que o tempo de retorno dos investimentos deveria ser no limite, 5 anos.

Fazendo uso das barras de rolar, foram gradativamente aumentados os preços até se alcançar tempo de retorno igual a 5 anos (ver resultados no quadro adiante). O retorno do investimento desejado, ao final do quinto ano, foi alcançado quando o preço por conjunto atingiu R\$ 381,20 e os indicadores passaram a ser os seguintes:

	Valor / conjunto	[R\$/conj]		360,00	381,60
Giro dos ativos	[NOAT]	[%]		62%	66%
L. Operacional	[EBIT]	[%]		50%	52%
Rentabilidade	RONOA	[%]		31%	35%
Lucro Liquido		[%/ ROL]		18%	21%
EVA		[%]		13%	15%
TIR		[%/aa]		25%	27%
VPL		[k\$]		5.471	6.540
PAY BACK		[anos]		6	5

Quadro 7: Simulação com Variação de Preço.

Para variações de mais ou menos 20% nos diversos parâmetros apresentou os seguintes resultados em termos de VPL:

Parâmetros	Variação (%)	Impacto no VPL	Variação
Situação original		5.471	[%]
Volumes	20	5.829	7
Preços	20	9.030	65
Materiais de consumo	20	5.173	-5
Mão-de-obra direta	20	5.370	-2
Energia Elétrica	20	5.413	-1
Mão-de-obra Indireta	20	5.385	-2
Manutencao	20	5.228	-4
Investimentos	20	4.069	-26
Despesas da Unid. Neg.	20	5.215	-5
Despesas Corporativas	20	5.301	-3

Quadro 8: Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade revelou uma influência significativa em duas variáveis, pela ordem de importância - Preços com 65% e Investimentos com 26%. Esta análise sugeriu aos analistas do projeto uma revisão apurada nos investimentos

e chamou atenção para que fosse colocada no contrato alguma cláusula de proteção quanto a atualizações de preços.

No capítulo seguinte faz-se uma avaliação dos resultados alcançados no trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

4.4 RESULTADOS

A aplicação do Sistema de Análise de Investimentos em Projetos de Células de Manufatura para Prestação de Serviços de Usinagem: O uso de Planilha Eletrônica, em um caso real foi importante basicamente por dois aspectos. O primeiro por permitir vivenciar e perceber a dinâmica do ambiente onde os projetos de investimentos são elaborados e analisados, as dificuldades reais, especialmente na obtenção de dados ainda em tempo de projeto. A pressão dos afazeres diários sobre a equipe de projeto fazem com que de forma natural se priorizem os pontos mais relevantes em detrimento de outros de menor importância e, obviamente, alguns detalhes acabam não sendo analisados com o rigor esperado.

O segundo aspecto diz respeito a falta de ferramentas para apoio às decisões no dia a dia das empresas. O mundo real dos negócios é muito dinâmico e demanda respostas rápidas às solicitações. Percebe-se a carência de ferramentas simples que suportem os gestores nestes processos.

A equipe de projeto fez os seguintes comentários sobre o sistema e sua aplicação:

Pontos fortes:

O painel de indicadores que dá uma visão do comportamento do projeto ao longo da vida do mesmo.

A análise de sensibilidade, que facilita em muito o entendimento dos projetos e a visualização das variáveis chave do projeto.

Os bancos de dados, por facilitarem o preenchimento das planilhas de investimento, materiais e mão-de-obra.

O fato de o sistema ter sido desenvolvido em planilha eletrônica de dados tornou o sistema “amigável”, além de permitir o uso de uma série de facilidades adicionais como o uso da função “atingir metas”, e outras.

Pontos a serem melhorados:

A manutenção dos bancos de dados por exigir atualizações constantes.

A inclusão de um módulo para a quantificação dos recursos (Investimentos), materiais e mão-de-obra necessários.

Apresentação de demonstrações de resultados em nível de produto.

A aplicação permitiu concluir que a ferramenta proposta, mesmo apresentando pontos a serem melhorados, atende as expectativas dos usuários.

No próximo capítulo são abordadas as conclusões sobre o trabalho realizado assim como recomendações para trabalhos futuros.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os custos e a escassez do dinheiro fazem com que a análise econômico financeira de projetos com investimentos assumam importância.

O Sistema de Análise de Investimentos em Projetos de Células de Manufatura para Prestação de Serviços de Usinagem, mesmo partindo de dados básicos do projeto como: Volume de vendas, quantidade de equipamentos, consumo de materiais, quantidade de mão-de-obra e outros, necessários à formação do fluxo de caixa, é uma ferramenta simples e fornece as informações necessárias para suportar o processo decisório.

5.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um sistema de suporte à decisão sobre investimentos destinados à implantação de células de manufatura para prestação de serviços de usinagem, sendo plenamente alcançado, tendo em vista o conjunto de indicadores econômico-financeiros gerados pelo sistema.

O objetivo específico que previa levantar as particularidades inerentes às células destinadas à prestação de serviços de usinagem foi abordado no capítulo 2: Ciclo de vida dos produtos, variabilidade nos volumes vendidos, equipamentos dedicados e flexibilidade. Entende-se que o objetivo foi atendido na medida em que tornou possível o equacionamento de todas as atividades que lhe são inerentes e que permitiu a montagem do fluxo de caixa do projeto, partindo dos dados básicos deste.

O segundo objetivo específico era identificar as variáveis a serem consideradas. As variáveis significativas identificadas foram os investimentos em máquinas, instalações e ferramentas, os materiais de consumo, a mão-de-obra, os volumes vendidos e respectivos preços. Estas, além de outras não mencionadas aqui, são parte integrante do sistema proposto.

O terceiro objetivo específico previa a determinação e informatização dos procedimentos para obtenção das variáveis. Cada variável utilizada no sistema teve sua origem identificada e explicitada no trabalho. A ferramenta de informática adotada foi a Planilha Eletrônica de Cálculo Excel, que satisfaz plenamente as necessidades do sistema.

Finalmente previa-se a aplicação do sistema em um caso real. O sistema foi aplicado com sucesso, em uma empresa metalúrgica para análise da viabilidade de implantação de uma célula de usinagem para fornecer carcaças de direção usinadas para uma empresa montadora de veículos automotivos. Durante a aplicação do sistema, devido à sua simplicidade na aplicação, despertou nos usuários o interesse em utilizá-lo na análise e seleção de processos de alternativas de usinagem, visto que, pela utilização dos bancos de dados, permite simular alterações de métodos e processos de fabricação e ter seus reflexos apresentados no painel de indicadores.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O trabalho permite extrair algumas sugestões para investigações futuras, como:

A quantificação dos recursos necessários à implantação e operação das células de manufatura é processada fora do sistema proposto logo a integração de módulos para quantificação de recursos complementaria o sistema proposto.

Os custos indiretos de fabricação foram determinados via índices calculados paralelamente ao sistema. O desenvolvimento de um módulo para determinação dos custos fixos em células de usinagem seria recomendável.

Negócios envolvem riscos e incertezas que não são avaliadas pelo sistema proposto. Portanto o desenvolvimento de um módulo que permitisse analisar e quantificar o risco do projeto daria maior suporte ao processo decisório.

Finalmente o sistema proposto está limitado a analisar projetos com, no máximo, cinco itens distintos, sendo produzidos em uma mesma célula de usinagem. Recomenda-se a adaptação do sistema para poder tratar maior número de itens por célula.

REFERÊNCIAS

- ALBERNAZ, Marco Aurélio. Projetos de Empresa Metalúrgicas. Apostila
- BERNARDES, Simone. **Implementação do método da unidade de esforço de produção em uma pequena indústria moveleira em Santa Catarina**: estudo de caso, 1999. [140]f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- BORNIA, Antonio Cezar. **Análise gerencial de custos aplicação em Empresas Metalúrgicas modernas**. Porto Alegre, Bookmann, 2002
- _____. Apostila do curso Custos Industriais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- BRUNI, Adriano Leal; FAMA, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços**. São Paulo: Atlas, 2002.
- CARVALHO, Fabio Luiz de. **Estabelecimento do preço de venda**. Revista Acadêmica da FACECA – RAF, v.1, p. ago./dez. 2001.
- CASAROTTO FILHO, Nelson. KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**. São Paulo, Atlas, 2000.
- COHEN, David. Você sabe tomar decisões? **Revista Exame**, 8 ago. 2001. Disponível em: <<http://www.sit.com.br/SeparataCP0074.html>>. Acesso em: maio 2002.
- CORREA, Emerson Corlassoli. **Construção de um modelo multicritério de apoio ao processo decisório**. 1996. 227f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- FREITAS FILHO, Paulo José. Um sistema inteligente de simulação para avaliação de desempenho operacional de sistemas flexíveis de manufatura. Obtido em http://www.eps.ufsc.br/teses/freitas/cap_1_cap1_hm. Data de acesso: 21 ago.2003.
- GOMES, Josir Simeone; SALAS, Joan M. Amat. **Controle de gestão uma abordagem contextual e organizacional**. São Paulo: Atlas, 1997.
- GOULART JÚNIOR, Rogério. **Custeio e precificação no ciclo de vida da Empresa Metalúrgicas**. 2000. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- KLIEMANN NETO, Jose Francisco. Apostila do curso Custos Industriais do Programa de Pos Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- LEONE, Gerge Guerra. **Custos Um enfoque administrativo**. Rio de Janeiro: FGV, 2000.

LIGHTSTONE, John. **A project is not a black box**. White Plains, NY, 1996. (copyright by The McGraw-Hill Companies). (Apostila).

MAFRA, Wilson José. **Estabelecimento de novos negócios: uma alternativa de sobrevivência e competitividade**. 1999. 208f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. São Paulo, Atlas, 2001.

MORSE, Wayne J. DAVIS, James R. HARTGRAVES, Al L.,

Management Accounting: a strategic approach. South-Western College Pub: Hardcover, 1996.

MOTTA, Regis da Rocha. CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

PISCOPO, Maria. Pricing techniques. Disponível em: <<http://theillustrationconference.org/tracrpt/trsm07.html>>. Acesso em: 2002.

RESENDE, Darcio de freitas. **Planejamento de processos de fabricação assistido por computador através de um sistema especialista baseado na tecnologia de Features**: Um modelo de desenvolvimento voltado para a realidade industrial. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 1996.

SALES & Marketing. Packaging and pricing Your Product. Disponível em: <<http://www.lycos.com...ook.html.lpv&docNumber=P03-5000>>. Acesso em: 2001.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial Engineering. New York, Johon Wiley & Sons, 1982.

SILVA, Harrysson Luiz. Apostila do Curso de capacitação para produção de dissertações e teses, UFSC, Florianópolis, 2002.

SIMONSEN, Mario Henrique; FLANZER, Henrique. **Elaboração e análise de projetos**. São Paulo: Sugestões Literárias S/A 1974.

NASCIMENTO, Saumíneo da Silva. Análise de risco de projetos. Disponível em: <http://www.cofecon.org.br/corecon-se/homepage/hp_var/artigos/art_02.html>. Acesso em: jul. 2003.

SEGAL, Ilya. **Optimal Pricing Mechanisms with Unknown demand**. Stanfords GSB Brown Bag seminar, 2002 (Paper).

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Sistemas de produção: A produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WALLES, Donald. Medidas para medidas. **CFO**, nov. 1997.

WHYTE, Gerald B. **Developing a Strategic Marketing Plan for Horticultural Firms**. Cornell University, Ithaca, NY, USA, 2001.