

Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica
Área de Engenharia de Produção

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE CAPP

Aluno: Sandro Giovanni Valeri

Orientador: Henrique Rozenfeld

São Carlos, 21 de junho de 1999

Índice

1. INTRODUÇÃO	3
2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	6
2.1 PLANEJAMENTO FINANCEIRO	6
2.1.1 DEPRECIÇÃO	6
2.1.2 IMPOSTOS	7
2.1.3 DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS	8
2.2 FLUXO DE CAIXA	8
2.2.1 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	9
2.2.2 CUSTO DE CAPITAL	10
2.3 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE FLUXO DE CAIXA	11
2.3.1 VPL - VALOR PRESENTE LÍQUIDO	11
2.3.2 TIR - TAXA INTERNA DE RETORNO	13
2.3.3 EVA - VALOR ECONÔMICO AGREGADO	14
2.3.4 CVA - VALOR DE CAIXA AGREGADO	16
2.3.5 IL – ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	17
2.3.6 ROI – RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO	18
2.3.7 PAYBACK	19
3. EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CAPP	21
3.1 INVESTIMENTOS E CUSTOS INCORRIDOS DA APLICAÇÃO DE CAPP	22
3.2 ECONOMIAS DA APLICAÇÃO DE CAPP	23
3.3 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO	25
4. METODOLOGIA PROPOSTA	28
4.1 ANÁLISE E ESTIMATIVA DOS INDICADORES DA EMPRESA	29
4.2 QUANTIFICAÇÃO DAS ECONOMIAS	29
4.3 QUANTIFICAÇÃO DOS CUSTOS INCORRIDOS E INVESTIMENTOS	31

4.3.1	DEPRECIÇÃO E IMPOSTO DE RENDA	32
4.4	CUSTO DE CAPITAL	32
4.5	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	33
4.6	SISTEMA DE DECISÃO	33
4.7	FLUXO DE CAIXA	34
5. CONCLUSÕES		35
6. BIBLIOGRAFIA		36
ANEXO 1 - PLANILHAS DE AVALIAÇÃO DO CAPP		38
ANEXO 2 - CUSTO DE CAPITAL PRÓPRIO - CAPM		46

Resumo

Para aumentar sua competitividade, muitas empresas vêm utilizando sistemas de tecnologia avançada para automatizar seus processos e atividades. Porém, existe uma grande dificuldade por parte das empresas em justificar o investimento feito nestas tecnologias, principalmente devido à falta de indicadores que representem as melhorias realizadas pela sua implantação. Além disso, os métodos de avaliação utilizados para avaliar o retorno do investimento muitas vezes baseiam-se em medidas pobres, que não representam a realidade do projeto e podem levar a decisões precipitadas. Neste trabalho pretende-se avaliar economicamente a aplicação de Computer Aided Process Planning na indústria, através do levantamento dos indicadores apropriados para esta avaliação e da escolha das metodologias de avaliação econômica. Por fim, pretende-se propor uma planilha computadorizada que execute todos os cálculos e forneça a decisão sobre o investimento a ser realizado.

1. Introdução

Nos anos recentes as empresas têm modificado significativamente suas estratégias de manufatura, devido à globalização e ao conseqüente aumento da competição entre as empresas. Estas estratégias refletem-se na utilização de novas filosofias como e técnicas o Just in Time (JIT), a qualidade total (TQM), a engenharia simultânea, o custeio ABC, a teoria das restrições, entre outras diversas técnicas que podem ser citadas. Paralelamente e com o mesmo objetivo vêm sendo desenvolvidas diversas tecnologias avançadas como Enterprise Resource Planning (ERP), Product Data Management (PDM), Computer Integrated Manufacturing (CIM), Flexible Manufacturing Systems (FMS), Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Engineering (CAE), Computer Aided Process Planning (CAPP) entre outras. A maior parte destas tecnologias porém apresenta a necessidade de elevados investimentos, tornando-se necessária uma justificativa plausível para que elas possam ser implementadas.

Justificar tais investimentos é uma tarefa árdua. Por um lado, há o custo do investimento, que pode muitas vezes ser de difícil estimativa, uma vez que mesmo sendo os custos de aquisição bem definidos, existem os custos de implementação, de manutenção e de treinamento que podem fugir de controle, devido a problemas na implantação e na adequação da tecnologia à cultura da empresa. Por outro lado, e de

muito mais difícil estimativa, está a projeção das economias realizadas provenientes da utilização da tecnologia, pois geralmente estes benefícios são qualitativos, intangíveis e com impacto nos diversos processos da empresa.

Deste modo, além de considerar os ganhos qualitativos, a empresa deve buscar indicadores para que possa medir o benefício da utilização de tecnologia avançada, indicadores estes que possam ser mensuráveis e quantificáveis em termos monetários. A escolha destes indicadores deve ser feita por meio de técnicas coerentes de análise que alinhem as medidas à estratégia da empresa, assegurando que o investimento gere valor à empresa. Existem diversos sistemas de medição de desempenho atualmente com estes fins que desdobram os indicadores até o nível operacional, dentre os quais os mais conhecidos são o Balanced Score Card (BSC), Strategie Measurement Analysis and Report Technique (SMART), Integrated Dynamic Performance Measurement System (IDPMS) e o Policy Deployment. Este trabalho de levantamento será realizado paralelamente por Paranaguá, que fornecerá os indicadores quantitativos para este trabalho.

É necessário ainda o conhecimento de técnicas financeiras de formação de fluxo de caixa e métodos de análise para que se possa medir coerentemente os resultados do investimento e tomar decisão correta. Existem métodos utilizados por muitas empresas como o return on investment (ROI), a taxa interna de retorno (TIR) e o payback, e métodos mais sofisticados como o valor presente líquido (VPL) e o valor econômico agregado (EVA).

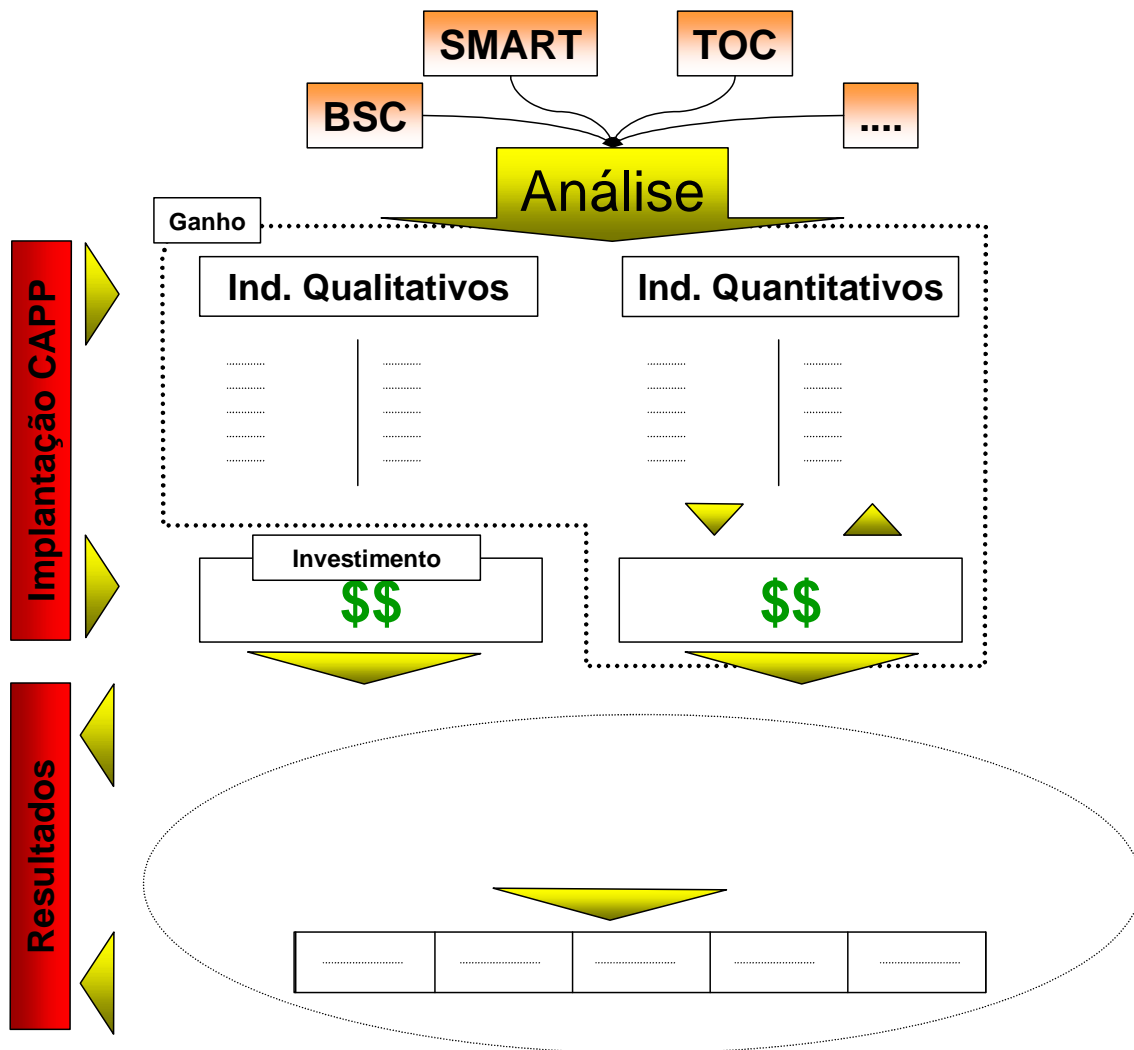


Figura 1-1 Localização do trabalho de levantamento de viabilidade econômica, considerando o trabalho conjunto realizado por Paranaguá (1999).

Neste trabalho pretende sistematizar uma metodologia de avaliação da aplicação de um sistema de CAPP. Inicia-se por um detalhamento da área financeiros, com explicações sobre formação de fluxo de caixa e metodologias de análise de investimentos. Depois parte-se para a escolha dos melhores indicadores de desempenho em planejamento de processo, considerando-se a implantação do CAPP. Por fim, será descrita uma metodologia com a elaboração de uma planilha em MS Excel para análise detalhada, considerando todas as entradas e saídas que serão descritas.

2. Avaliação econômica

O processo de avaliação econômica de um projeto de investimento envolve o planejamento financeiro dos resultados esperados e a aplicação de metodologias de análise para aprovação do investimento, feitas pela análise do fluxo de caixa.

2.1 Planejamento Financeiro

Planejamento financeiro é a projeção dos resultados de um projeto durante seu horizonte de planejamento (Weston & Copeland, 1992). Devem ser considerados para elaboração do planejamento financeiro a vida útil do projeto de investimento, a estimativa das economias, o custos de implantação do projeto, os investimentos necessários, as despesas operacionais provenientes da aplicação do projeto e características contábeis como depreciação e incidência de impostos, para que se possa montar um demonstrativo de resultados coerente.

A estimativa de economias tem características próprias em para cada projeto de investimento, tendo desta forma seu cálculo realizado de forma mais específica. Alguns custos de implantação, os custos operacionais e o investimento são previamente conhecidos. As considerações que merecem atenção dizem respeito à forma de cálculo da depreciação, à incidência de imposto sobre os ganhos provenientes de um projeto de investimento e aos custos de difícil mensuração com custos de implementação da base de dados.

A determinação da vida útil deve ser feita para que se possa definir o horizonte de planejamento mais adequado. A vida útil de um projeto tem o seu significado contábil, porém em projetos de investimento deve refletir o período que se espera que o projeto dê resultado ou seja substituído (Copeland & Weston, 1992). Não há nenhuma técnica que auxiliem nesta definição, podendo ela ser consensual ou, como as empresas têm utilizado, de 5 ou 10 anos. O horizonte de planejamento define para quantos anos as projeções devem ser feitas.

2.1.1 Depreciação

As empresas tem o direito de lançar como encargos uma parcela do custo do ativo contra as receitas anuais geradas pelo mesmo. Estes encargos aparecem como despesa de depreciação. Para fins de tributação , eles dependem de regras e normas estabelecidas

pela lei que rege o imposto de renda no país. Estas regras determinam quais e como certos ativos devem ser depreciados e estabelecem diretrizes para o valor depreciável e a vida útil da maioria dos ativos.

De acordo com o Decreto nº 3.000, de 26 de março de 1.999, a Receita Federal deve publicar periodicamente uma tabela com a taxa de depreciação categorizadas em tipos de bens. Uma empresa pode também determinar suas próprias taxas, uma vez que prove a necessidade da utilização destas taxas. No caso de tecnologia avançada, os ativos são rapidamente depreciados, com elevada taxa de depreciação. No caso de softwares, considera-se a depreciação em 3 anos, a uma taxa linear de 33,3 % ao ano, para equipamentos computadorizados e periféricos, a depreciação é feita em 2 anos, com uma taxa de 50% ao ano e para máquinas a vida útil é de cinco anos, com taxa de 20 % ao ano.

Para efeitos de demonstração de resultados e formação de fluxo de caixa, a depreciação entra como custos/despesas e depois entra como valor positivo adicionado ao lucro líquido após o imposto de renda, pois na realidade não envolve saída de caixa.

2.1.2 Impostos

De acordo com a Lei nº 9.779, de 19 de janeiro de 1999, que rege tributação sobre pessoa jurídica, os impostos e taxas que incidem sobre o fluxo de caixa são o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e o Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), o Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), o PIS/PASEP, o Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) e a Contribuição sobre Movimentação Financeira (CPMF).

O ICMS, o IPI, o COFINS e o PIS/PASEP são calculados sobre o faturamento da empresa. O IOF incide sobre operações financeiras executadas pela empresa e a CPMF sobre qualquer movimentação financeiras. Estes impostos, por recaírem sobre o lucro de um projeto de investimento, não devem ser considerados na avaliação. Além disso, são de difícil apuração.

Um imposto que deve ser considerado é o IRPJ, que é um tributo que incide diretamente sobre o lucro líquido da empresa ou do projeto de investimento. Como o resultado esperado de um investimento é o lucro, na formação do fluxo de caixa do projeto deve-

se calcular o efeito deste imposto. O valor da alíquota é de 15 % para as empresa em geral e para empresas que apresentem um receita superior a R\$ 20.000,00 mensais, adiciona-se 10 %, tornando a alíquota igual a 25 % do lucro líquido.

A contribuição social é calculada como o IRPJ e incide diretamente sobre o lucro líquido, com uma alíquota de 8 %. Pelo mesmo motivo do IRPJ, deve ser considerada no fluxo de caixa.

2.1.3 Demonstração de resultados

Realizadas as considerações anteriores, a demonstração de resultados de um projeto de investimentos pode ser representada como na tabela abaixo. Calcula-se inicialmente os ganhos brutos, pela diferença entre as economias e depreciação mais custos operacionais. Com isso, obtém-se os ganhos brutos. Deduz-se então a alíquota do Imposto de Renda e Contribuição Social e obtém-se o ganho após o IRPJ. Adiciona-se finalmente o retorno da depreciação para obtenção dos ganhos líquidos da aplicação do projeto.

Demonstração de Resultados do Projeto A

Economias

Menos: Depreciação

Menos: Custos/Despesas Operacionais

Ganhos brutos

Imposto de Renda

Retorno da Depreciação

Ganhos Líquidos

Tabela 2-1 Demonstração de resultados de um projeto de investimentos. Esta tabela é uma livre adaptação de Gitman (1997).

2.2 Fluxo de Caixa

Segundo Assaf (1996), um *fluxo de caixa* é a representação de uma série de pagamentos ou de recebimentos que se estima ocorrer em um determinado intervalo de tempo. Os

valores que entram no fluxo de caixa são os investimentos do projeto e os ganhos líquidos provenientes de sua aplicação, ou simplesmente os resultados da aplicação do investimento.

Podem ser representados de diversas formas e tipos, podendo ser classificados por período de ocorrência, periodicidade, duração e valores. O período de ocorrência indica quando o fluxo de pagamento se inicia, podendo ser postecipado, antecipado ou diferido. A periodicidade reflete os intervalos de tempo em que os fluxos de caixa podem ocorrer, podendo ser periódicos ou não periódicos. A duração pode ser finita ou indefinida. Os valores podem ser constantes ou variáveis, de acordo com a previsão realizada.

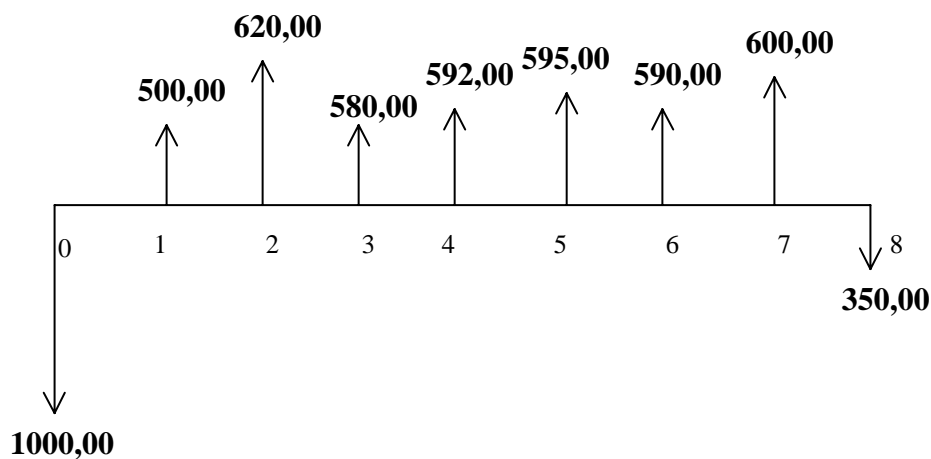


Figura 2-1 Representação gráfica de um fluxo de caixa genérico, periódico, definido e variável.

2.2.1 Fluxo de Caixa Descontado

O conceito de equivalência financeira, que envolve o valor do dinheiro no tempo, também deve ser considerado no fluxo de caixa. Assim, temos o *fluxo de caixa descontado*, que representa a série de valores do fluxo de caixa trazidas a valor presente, ou seja, desconta-se a série a uma taxa de desconto ou custo de oportunidade. Com esta consideração, torna-se possível a análise do fluxo de caixa a longo prazo, encontrando aplicações práticas na tomada de decisões financeiras, seleção de investimentos, seleção de projetos etc (Weston & Copeland, 1992).

As metodologias de avaliação de investimentos mais sofisticadas baseiam-se no fluxo de caixa descontado e a principal dificuldade de sua utilização é a determinação da taxa de desconto, também denominada custo de capital, discutido no próximo item.

Período	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado
0	-1000,00	-1000,00
1	500,00	446,43
2	620,00	494,26
3	580,00	412,83
4	592,00	376,23
5	595,00	337,62
6	590,00	298,91
7	600,00	271,41
8	350,00	141,36
Taxa de desconto		12%

Tabela 2-2 Fluxo de Caixa Descontado.

2.2.2 Custo de capital

O custo de capital é a taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa para avaliação de investimentos. Gitman (1997) define custo de capital como a taxa de retorno que uma empresa precisa obter sobre seus investimentos de forma a manter inalterado o valor de mercado da empresa. Ela pode ser imaginada como a taxa de retorno exigida pelos investidores de mercado para atrair o financiamento necessário a preço razoável. Esta definição porém é melhor aplicada às empresas de capital aberto, que têm seu valor de mercado facilmente calculado.

Para empresas de capital fechado ou empresa pequenas, torna-se difícil este cálculo, tornando-se necessária outra abordagem para sua determinação. Neste caso ela representa o custo de oportunidade da empresa devendo-se considerar também o custo de empréstimos e/ou financiamentos.

Existem diversos métodos para o seu cálculo, sendo o custo médio ponderado de capital (CMPC) a prática mais utilizada (Weston & Copeland, 1992). O CMPC é uma média ponderada do custo de capital próprio e do custo de capital de terceiros, sendo aplicável tanto a empresas de capital aberto como de capital fechado, variando somente a forma de consideração dos custos de capital. É calculado pela seguinte pela equação, :

$$k = k_b(1 - T)\left(\frac{B}{V}\right) + k_e\left(\frac{S}{V}\right)$$

Onde:

K = custo de capital da empresa

K_b = custo de capital de terceiros

K_e = custo de capital próprio

B = capital total de terceiros

S = capital total próprio

V = capital total

T = imposto de renda

O custo de capital de terceiros é a taxa de financiamento que a empresa consegue obter no mercado financeiro. O custo de capital próprio é o seu valor de mercado, podendo ser calculado para empresas de capital aberto pelo CAPM - Capital Asset Pricing Model (anexo1) e para empresas de capital fechado, pode ser calculado como o custo de oportunidade, ou seja, a possibilidade de ganhos que empresa tem realizando seus investimentos em outras alternativas que tenham risco minimizado.

2.3 Metodologias de análise de fluxo de caixa

A análise dos fluxos de caixa consiste basicamente na comparação dos valores presentes, calculado a partir de uma taxa de juros ou custo de capital, das saídas e entradas de caixa. Considerando o valor do dinheiro no tempo, tornam-se fundamentais os métodos que levem em conta o critério de fluxo de caixa descontado, que compreendem o índice de lucratividade, o valor presente líquido, o valor econômico agregado e o valor de caixa agregado. Porém, o fluxo de caixa pode ser analisado também sem se considerar o fluxo de caixa descontado, incluindo aqui os métodos do retorno sobre investimento, o payback ou tempo de retorno e a taxa interna de retorno.

2.3.1 VPL - Valor Presente Líquido

O valor presente líquido(VPL) é a diferença entre o valor presente dos benefícios ou pagamentos, e o valor presente dos investimentos/despesas durante o fluxo de caixa. Considera que somente se os fluxos de caixa, tanto entradas como saídas, forem

medidos em termos monetários atuais, que se farão comparações válidas entre si. O cálculo do VPL é expresso da seguinte forma:

$$VPL = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} - FC_0$$

Onde:

FC_j: representa ao valor de entrada ou saída de caixa previsto para cada momento.

i: representa a taxa de desconto do fluxo de caixa.

Valor Presente Líquido			
Períodos	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa a valor presente	Fluxo acumulado
0	-6000	-6000,00	-6000,00
1	3000	2678,57	-3321,43
2	2000	1785,71	-1535,71
3	1000	892,86	-642,86
4	350	312,50	-330,36
5	250	223,21	-107,14
Taxa de Desconto			12%
VPL			-107,14

Tabela 2-3 Cálculo do Valor Presente Líquido. Note que o projeto é inviável por este método.

O VPL exige a aplicação da taxa de desconto, que deve representar uma taxa mínima de atratividade ou o custo de capital da empresa. Ele representa o resultado econômico da alternativa financeira expressa em moeda atualizada e está referenciado ao momento inicial. Assim o investimento é viável quando o VPL é positivo, gerando lucros para a empresa. Ou seja, esta medida aumentaria ou conservaria a riqueza dos proprietários da empresa. Porém, para que seja válida esta abordagem, deve-se considerar que os fluxos de caixa intermediários sejam reinvestidos ao custo de capital da empresa, que geralmente é uma taxa realística.

Devemos observar que quanto maior a taxa de desconto, menor o VPL, o que nos mostra que a empresa deve procurar manter um custos de capital baixo para que tornar mais viável os seus investimentos.

A desvantagem desta abordagem reside no fato de que o VPL não oferece uma medida que seja relacionada ao montante de investimento realizado, sendo apenas uma abordagem de aprovação/reprovação. Ou seja, o VPL por si só não representa nada para a empresa e não há como comparar com nenhum indicador da empresa.

2.3.2 TIR - Taxa Interna de Retorno

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros de igualdade, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas como o das saídas previstos no fluxo de caixa, adota-se o momento zero como a data de comparação. Em outras palavras, é a taxa de desconto que leva o valor presente líquido de uma oportunidade de investimento igualar-se a zero. Identifica-se a TIR por:

$$FC_0 = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

FCj: representa ao valor de entrada ou saída de caixa previsto para cada momento. No caso da análise de investimento, o investimento inicial deve ser considerado no período zero e as entradas/saídas de caixa consideradas a partir do momento um.

i: representa a taxa de interna de retorno.

Calculamos a TIR por tentativa e erro, interpolando-se valores de i até que a somatória dos fluxos de caixa seja igualada a zero.

Taxa Interna de Retorno	
VPL	Taxa
581,23	12%
431,12	10%
265,10	8%
81,28	6%
(122,49)	4%
(348,64)	2%
(600,00)	0
TIR	5,18%

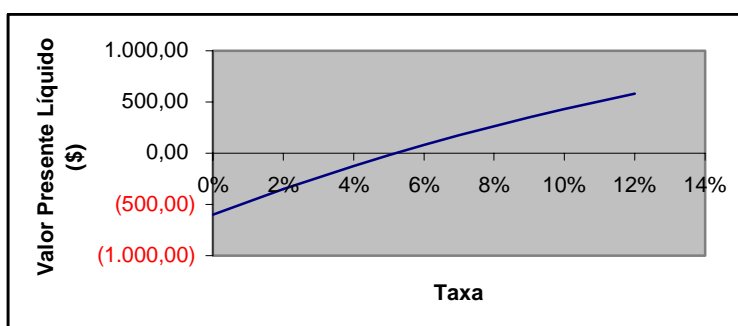


Figura 2-2 Cálculo da taxa interna de retorno. note que ela pode ser calculada por uma interpolação entre as taxas de 6 % e 4 %.

Como os valores de caixa ocorrem em diferentes períodos pode-se concluir que a TIR, ao considerar o valor do dinheiro no tempo, representa a rentabilidade do projeto, equivalente a uma taxa de juros periódica. Assim, uma alternativa de investimento é atrativa se a TIR for maior do o custo de capital da empresa, o que demonstra que a alternativa traz lucro para a empresa.

Este método supõe que as entradas intermediárias de caixa são reinvestidas à TIR. Porém nem sempre a TIR é uma taxa realística, o que se torna uma desvantagem, pois neste caso seria impossível a empresa reinvestir o dinheiro. Outra desvantagem da TIR é o fato de que geralmente para um dado fluxo de caixa existem diversas taxas, derivadas das propriedades matemáticas dos cálculos envolvidos. Ainda pela mesma causa, pode ocorrer de o projeto não apresentar nenhuma TIR. Assim, aos resultados ficam sujeitos a diversas interpretações.

Por outro lado, a TIR é muito utilizada pelas empresas pois os executivos preferem uma taxa a dinheiro puro, pois desta forma podem comparar com os diversos indicadores da empresa, porque fornece mais informações para auxiliar na tomada de decisão (Gitman, 1997).

2.3.3 EVA - Valor Econômico Agregado

O EVA - valor econômico agregado - é uma marca registrada da Stern Stewart Management of New York City e é calculado pela diferença entre o fluxo de caixa e o custo de capital total. Segundo Dood & Shen (1996), ele representa lucro real ao invés de lucro contábil, pois considera que um investimento somente adiciona valor à empresa se cobre os custos de capital utilizado para gerar o fluxo de caixa. O custo de capital total representa quanto a empresa ganharia se aplicasse o investimento à taxa relativa a este custo.

Um valor positivo para o EVA significa que a companhia criou valor aos proprietários enquanto um valor negativo corresponde à não-criação de valor. Assim, um projeto de investimento deve ser aprovado se criar valor ao proprietário, ou seja, o fluxo de caixa do investimento ultrapassar os custos de capital da empresa.

O EVA pode ser calculado por:

$$EVA_i = FC_i - k * FC_0$$

Onde :

EVA_i = Valor econômico agregado no período i.

FC_i = Entradas e saídas de caixa geradas pelo investimento.

k = Custo de capital da empresa.

FC_0 = Investimento realizado no projeto.

Para estimativas do EVA no longo prazo, deve-se considerar os juros acumulados no tempo. Assim, um investimento de \$ 100,00 com custo de capital de 10 %, teria um custo de capital total no primeiro ano de \$10,00 , no segundo de \$11,00 e assim por diante. Para analisar se um projeto é viável ou não, calcula-se o valor presente líquido dos EVA projetados. Se for positivo, o projeto é viável, pois adiciona valor à empresa.

EVA - Valor Econômico Agregado				
Período	Investimento	Fluxo de Caixa	Custo de Capital	EVA
0	-6000			
1		3000	720,00	2.280,00
2		2000	1.526,40	473,60
3		1000	2.429,57	(1.429,57)
4		350	3.441,12	(3.091,12)
5		250	4.574,05	(4.324,05)
Custo de Capital				0,12
VPL do EVA				(3.022,32)

Tabela 2-4 Cálculo do EVA. Nota-se que o projeto é inviável, pois o VPL do EVA é negativo e portanto não adiciona valor à empresa.

A grande vantagem do EVA é o fato de ser uma medida de desempenho diretamente relacionada ao valor de mercado da empresa. Outra vantagem é o fato de considerar o custo de oportunidade (capital) da empresa em relação às outras oportunidades de investimento. Além disso, encontram disponíveis na internet centenas de artigos e declarações de presidente de empresas, o que mostram a onda formada por esta medida. A sua principal desvantagem é que mede apenas um valor sim/não, sem mostrar a sua relação com o investimento. Além disso, a sua utilização é melhor quando se trata de avaliar o fluxo de caixa da empresa como um todo, uma vez que foi desenvolvido com este objetivo.

2.3.4 CVA - Valor de Caixa Agregado

O CVA é um indicador de desempenho que visa avaliar o desempenho financeiro com alinhamento às estratégias da empresa. O método divide os projetos de investimento em estratégicos e não-estratégicos. Entende por investimentos estratégicos como aqueles que adicionam valor à empresa por estarem alinhados com a estratégia e considera os investimentos não estratégicos como custos para manter o valor original da companhia. Com este direcionamento, empresa pode concentrar esforços na avaliação somente dos investimentos estratégicos, uma vez que os outros são considerados como custos. Um investimento estará adicionando valor à companhia se o fluxo de caixa da empresa, considerando todos os seus custos, seja maior que o fluxo de caixa demandado para os investimentos estratégicos.

O CVA é calculado pela diferença entre o fluxo de caixa e o fluxo de caixa demandado. O fluxo de caixa demandado representa o fluxo de caixa necessário para atingir as expectativas dos proprietários nos investimentos estratégicos da empresa. Segundo Ottonson (1996) o CVA é um indicador que mede o custo de capital em termos de dinheiro ao invés de termos percentuais. O CVA é uma boa estimativa do caixa gerado acima ou abaixo das expectativas dos proprietários para aquele período.

$$CVA_i = FC_i - FCD_i$$

Onde:

CVA_i = Valor da caixa agregado para o período i.

FC_i = Fluxo de caixa gerado pelo investimento.

FCD_i = Fluxo de caixa demandado pelo investimento.

Para calcular-se o fluxo de caixa demandado identifica-se inicialmente se o investimento é estratégico. Depois estima a vida útil do projeto e por fim determina-se o valor de caixa de cada período que o investimento deve gerar de modo que o VPL do fluxo de caixa seja igual a zero no final do período. Assim, o fluxo de caixa demandado para um projeto assume o mesmo valor para todos os períodos. É calculado pela seguinte equação:

$$FCD = Investimento * \frac{k(1+k)^n}{(1+k)^n - 1}$$

Onde:

FCD = Fluxo de caixa demandado

Investimento = Valor do investimento

k = Custo de capital

As diferenças periódicas entre o fluxo de caixa e o fluxo de caixa demandado, ou seja, os CVA periódicos, devem ser trazidos a valor presente para cálculo de seu VPL. Se o VPL for positivo, então o investimento é viável, pois adiciona valor ao proprietário.

CVA - Valor de Caixa Agregado				
Período	Investimento	Fluxo de Caixa		CVA
		Fluxo de Caixa	Demandado	
0	-6000			
1		3000	1.664,46	1.335,54
2		2000	1.664,46	335,54
3		1000	1.664,46	(664,46)
4		350	1.664,46	(1.314,46)
5		250	1.664,46	(1.414,46)
Taxa de Desconto				0,12
VPL do CVA				(650,97)

Tabela 2-5 Cálculo do CVA. Observe que o projeto é inviável por esta metodologia, pois o VPL apresentou resultado negativo.

Uma desvantagem do CVA é a sua falta de embasamento teórico e aprovação da comunidade científica, uma vez que pouquíssimos artigos foram escritos sobre este assunto. Também falta uma aprovação por parte dos empresários na utilização desta técnica. Por fim, a sua utilização seria melhor para o cálculo do CVA da empresa como um todo, considerando os investimentos estratégicos e não-estratégicos, do que a projetos de investimento específicos. Ele poder ser tratada mais como um indicador da saúde da empresa do que um parâmetro para tomada de decisão.

2.3.5 IL – Índice de Lucratividade

O índice de lucratividade apresenta outras denominações como *índice lucro-benefício*. É a razão entre o valor presente das entradas/saídas de caixa e o montante do investimento(Gitman, 1997). O IL, que fornece o retorno para cada \$1 aplicado, é calculado por:

$$IL = \frac{\text{Valor presente das entradas/saídas}}{\text{Investimento}}$$

Índice de Lucratividade		
Períodos	Saídas de Caixa	Entradas de Caixa
0	6000	
1		3000,00
2		2000,00
3		1000,00
4		350,00
5		250,00
Valor Presente	6000	5.349,03
Taxa de Desconto		12%
IL		0,89

Tabela 2-6 Cálculo do IL. Note que o projeto do exemplo é inviável.

Um projeto é viável quando o IL é maior que 1, ou seja, as entradas de caixa superam as saídas de caixa. Esta abordagem apresenta a mesma solução do VPL, pois quando o VPL é maior que zero o IL é maior que 1, e é utilizada para decisão entre alternativas de investimento. Ela representa, na prática, a proporção de ganho em relação ao montante investido. Porém, não como comparar com qualquer índice de desempenho da empresa, sendo uma abordagem do tipo aprova/reprova, representando pouco nas decisões de grandes investimentos.

2.3.6 ROI – Retorno sobre o Investimento

O retorno sobre investimento é a razão percentual entre o valor das entradas de caixa e o montante do investimento e que não considera o valor do dinheiro do tempo. O ROI, que fornece a porcentagem do investimento que retorna, é definido por:

$$ROI = \frac{\text{Soma das entradas/saídas de caixa}}{\text{Investimento}}$$

Retorno sobre Investimento			
Períodos	Fluxo de Caixa	Entradas	ROI
0	-6000,00		
1	3000,00	3000,00	50%
2	2000,00	5000,00	83%
3	1000,00	6000,00	100%
4	350,00	6350,00	106%
5	250,00	6600,00	110%
ROI			110%

Tabela 2-7 cálculo do ROI. Note na coluna à esquerda o ROI anualizado e no final o ROI do projeto.

Um projeto é viável quando o ROI é maior que 100 %, ou seja, todo o investimento realizado foi recuperado. Algumas abordagens calculam o ROI anualmente, pela razão percentual entre o fluxo de caixa acumulado e o investimento total realizado até aquele ano. Isso auxilia a mostrar o período de retorno do investimento (Weston & Copeland, 1992). Apresenta as mesmas vantagens e desvantagens que o IL, com um agravante a mais, pois não considera o valor do dinheiro no tempo.

2.3.7 Payback

O período de payback é o número de anos necessário para se recuperar o investimento inicial. É calculado definindo-se exatamente o tempo que leva para recuperar o investimento de capital. Ou seja, soma-se os as entradas e saídas do fluxo de caixa até o momento em que esta somatória se iguala a zero. No caso desta soma se igualar a zero em um período não inteiro, faz-se a interpolação para atingir a medida exata.

Payback		
Períodos	Fluxo de caixa	Acumulado
0	-6000	-6000
1	3000	-3000
2	2000	-1000
3	1000	0
4	250	250
5	200	450
Período de retorno	3 anos	

Tabela 2-8 Cálculo do payback.

Dentre as vantagens da aplicação deste método, podemos citar que ele é uma consideração implícita aos fluxos de caixa, atentando assim ao valor do dinheiro no tempo. Outro razão para a sua aplicação é o fato de ser uma medida de risco, ou seja, reflete a liquidez do investimento e deste modo o risco de recuperar o investimento. Como desvantagens, este método não tem em vista o objetivo de maximizar a riqueza do proprietário, não considera integralmente o valor do dinheiro no tempo e não considera o fluxo de caixa que ocorre depois do retorno do investimento (Gitman, 1997).

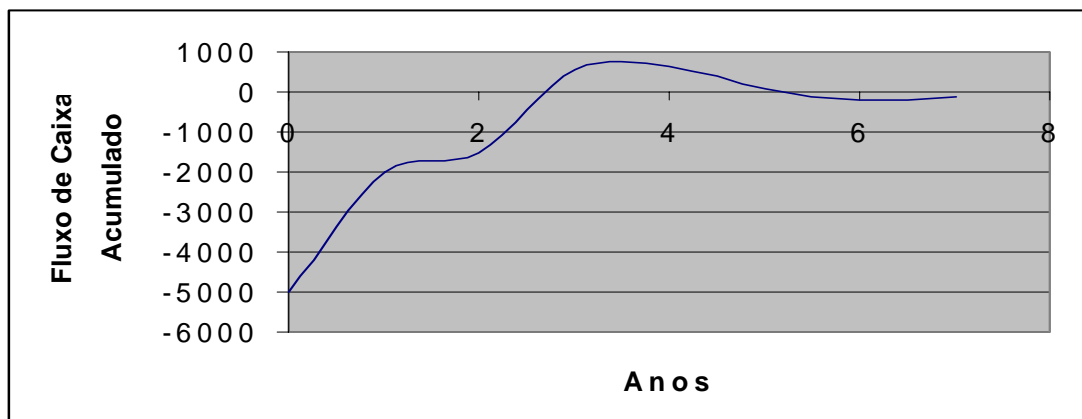


Figura 2-2 Exemplo de um cálculo de payback feito por interpolação. Este exemplo mostra também uma das falhas do payback, ao não considerar o que ocorre depois do retorno. Note queo projeto dá prejuízo depois do período de payback.

3. Efeitos da Aplicação de CAPP

Para que possa entender os efeitos da aplicação de CAPP faz-se necessária uma breve descrição do que é planejamento de processo e sobre os sistemas de CAPP. Planejamento de processo é definido como a atividade de decidir quais processos de manufaturas e máquinas devem ser utilizados nas várias operações necessárias para produzir um componente, e a sequência que devem ocorrer estes processos, ou seja, é uma determinação sistemática e detalhada dos métodos pelos quais peças podem ser manufaturadas desde a matéria-prima até o produto acabado. (Marri *et al.*, 1998). Os resultados do planejamento são:

- Roteiros com operações, seqüência de operações, centros de trabalho, padrões, ferramental e dispositivos;
- Instruções de trabalho detalhadas relacionadas à operações individuais e sub-operações, parâmetros de máquinas, parâmetros de processo, instruções de set-up e parâmetros de controle da qualidade;
- Desenho de fabricação e montagens para suporte à manufatura.

Computer Aided Process Planning (CAPP) são sistemas desenvolvidos para automatizar o planejamento de processo. É um sistema de tomada de decisão. Ele determina as instruções e os parâmetros da máquina necessários para a produção de uma peça. É formado por elementos básicos: entrada e saída de dados/informações, banco de dados e regras de tomada de decisão. O processo do CAPP inicia-se com a preparação de dados para obter as definições do produto (geralmente vindas do CAD), a entrada dos dados no CAPP, que suportada por regras e conhecimentos, provém a saída, que é o plano de processo. Na próxima etapa, que vem depois de acabado o trabalho do CAPP, vem a preparação das operações de planejamento e programação da produção, para finalmente executá-las. Para esta última etapa o CAPP deve fornecer seqüências de operações, roteiro de produção, especificações das operações etc. (Marri *et al.*, 1998).

Existem diversas classificações para os sistemas de CAPP, baseados geralmente em duas abordagens principais. A abordagem variante é praticamente um banco de dados de recuperação, onde o processista recupera planos de processo de peças semelhantes à que está sendo projetada, baseado no conceito de tecnologia de grupo, fazendo as modificações necessárias para adaptar o plano. A abordagem generativa executa todo o

plano processo a partir de novas peças, baseado na análise de geometria, material e outros fatores que podem influenciar decisões de manufatura. Esta abordagem necessita de integração direta com os sistema de CAD. Assim, as classificações são feitas com base nesta abordagens, sendo que alguns autores classificam tipos intermediários, onde alguns processos são automatizados e outros não, ou ainda de sistemas que são generativos e recuperam planos de processo. Informações mais detalhadas sobre CAPP e mais referências bibliográficas podem ser encontradas em Leung (1996), que realizou uma extensa revisão bibliográfica sobre o assunto, em diversos aspectos do sistema CAPP.

3.1 Investimentos e Custos Incorridos da Aplicação de CAPP

Os investimentos necessários para a implantação de CAPP são facilmente calculáveis, pois praticamente todos os valores são dados e determinados. Porém deve haver uma separação entre custos e investimentos. Os investimentos são facilmente mensuráveis e envolvem:

- Custo do hardware
- Custo da rede
- Custo do software
- Custo de instalação técnica

Os custos são aqueles de difícil mensuração e alguns intangíveis e envolvem aspectos como:

- Custo de aceitação do sistema por parte do usuário
- Custo de treinamento
- Custo da criação de novos relatórios
- Custo da criação de novos sistemas de controle
- Custos de manutenção
- Custos de implantação
- Custos provenientes de perdas de desempenho em áreas específicas

Os investimentos em hardware, software, rede e instalações são quantificados diretamente pelo fatura de venda destes produtos, sendo fator o fator de mais fácil quantificação.

Segundo Molière (1989) , os investimentos não representam o fator decisivo, sendo o principal fator de custo é a implantação do sistema, principalmente na entrada de dados e regras, sendo que a razão do custo de implantação para os investimentos chega a atingir aproximadamente 10:1 .

Os custos de treinamento também são facilmente definidos, devendo-se considerar os custos de treinamento inicial e os custos de treinamento constante e aperfeiçoamento constante, devendo ser lançados anualmente no fluxo de caixa.

Os custos de aceitação por parte do usuário são intangíveis, pois devem ser considerados a cultura da empresa e o nível de integração com novas tecnologias do pessoal. Assim, uma estimativa seria grosseira, qualquer que seja a hipótese assumida para a sua quantificação em termos monetários.

Custo da criação de novos relatórios e de novos sistemas de controle é quantificável porém de difícil estimativa, pois dever-se-ia especificar quantos novos relatórios seriam necessários, quantos sistemas de controles seriam criados (se é que seriam) , as pessoas que participariam deste processo assim como o custeio de todos estes aspectos.

Os custo de manutenção podem ser estimados com base no investimento em ativos do projeto. Com base em dados históricos da empresa é possível chegar um valor médio praticado na empresa e assim utilizá-lo convenientemente para estimativa de custos futuros.

Os custos provenientes por perdas de desempenho podem ser quantificados pela diferença de desempenho apontada pelos indicadores do processo e quantificada em termos monetários.

3.2 Economias da aplicação de CAPP

Autores como Molière (1989) e Crown (1992) estudaram as economias específicas da aplicação do CAPP. Molière realizou um estudo de caso na Carl Schenck AG e separou como economias quantificáveis em:

1. Uso do computador para edição, armazenamento e recuperação de planos de processo, com um aumento de eficiência de 20 %, considerando a sua integração com outros sistemas da empresa.
2. Redução de tempo de cálculo, com impactos diretos no tempo de planejamento devido à automação das atividades e na melhor qualidade do plano de produção, que leva ao aumento da produtividade no chão-de-fábrica. Esta economia porém depende do grau de automação e da experiência dos operadores, variando assim a intensidade de melhoria.
3. Ausência de erros de cálculo.
4. Padronização.
5. Facilidade de atualização de planos de processo.
6. Melhorias na qualidade de planejamento e seus efeitos no chão-de-fábrica.

Crown (1992) realizou uma pesquisa em 22 grandes e pequenas empresas e chegou a valores quantificáveis e não quantificáveis, concluindo que os principais benefícios são:

1. Redução nos esforços de planejamento (58 %).
2. Economia de mão-de-obra direta(10%).
3. Economia em material (4 %).
4. Economia em refugos (10 %).
5. Economia em ferramental (12 %).
6. Economia de trabalho em processo (6 %).
7. Redução do tempo de planejamento de processo e leadtime de produção.
8. Maior consistência no plano de processo devido ao acesso atualizado a uma base de dados central.
9. Melhoria nos procedimentos de estimativas de custos e menos erros de cálculo.
10. Planos de processo mais completos e detalhados.
11. Melhores programação da produção e utilização da capacidade.
12. Melhor habilidade de introduzir novas tecnologias de manufatura e atualização rápida de planos de processo para utilizar as novas tecnologias.

Como foi demonstrado pelo dois autores, estimar as economias pode ser uma tarefa de difícil execução, pois envolve um elevado grau de subjetividade na avaliação, pois boa parte dos processos não têm indicadores que meçam seu desempenho e estimar um valor poderia causar erros grosseiros nesta quantificação. Assim, a avaliação dos benefícios pode ser feita diretamente através dos indicadores de desempenho dos processos e atividades envolvidos no planejamento de processo, considerando os possíveis processos onde possam ocorrer impactos da aplicação do CAPP.

A escolha deste indicadores deve cobrir ao máximo os processos citados anteriormente e deve estar alinhada à estratégia, de modo que sua melhoria adicione valor à empresa. (Kaplan, 1993; Ghalayini, 1997). Escolhidos estes indicadores, realiza-se uma comparação entre o desempenho atual e o desempenho estimado, quantificando-os em termos monetários.

3.3 Definição dos indicadores de desempenho

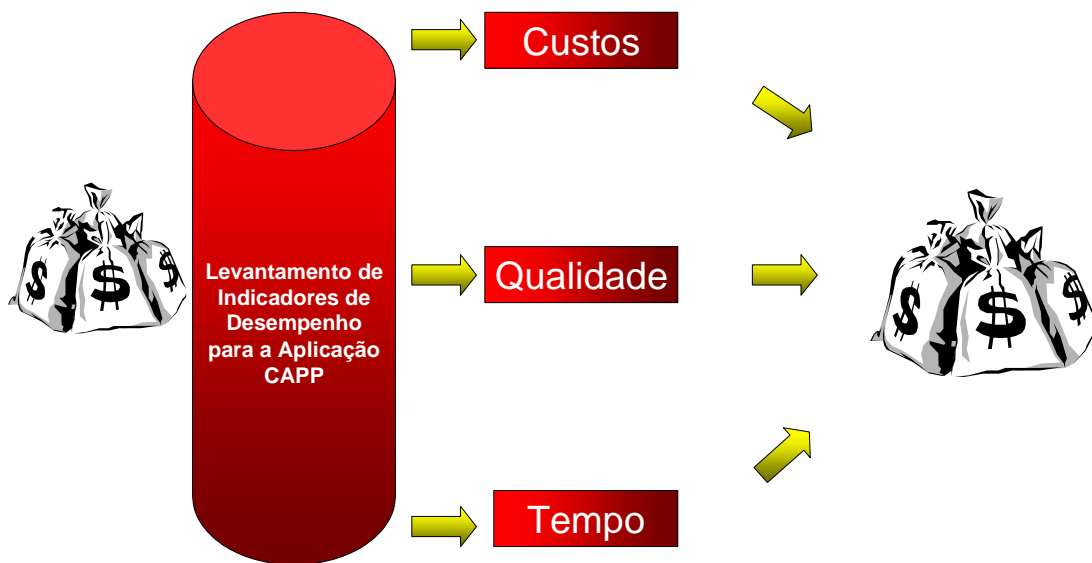


Figura 3-1 Indicadores de Desempenho para a Aplicação de CAPP.

A definição dos indicadores de desempenho foi realizada em um trabalho paralelo com este objetivo (Paranaguá, 1999). Os indicadores foram levantados considerando o seu alinhamento com as estratégias de manufatura e por consequência, com as estratégias da empresa. Foram os sistemas de medição tradicionais e os integrados, além do sistema baseado na teoria das restrições.

Para efetuar este alinhamento, considerou-se o raciocínio dos principais pesquisadores da área de medição de desempenho em manufatura, segundo o qual as medidas devem

estar focadas nas prioridades competitivas. A escolha destas prioridades foi resultado de uma análise da bibliografia sobre os dois assuntos, comparando as medidas de desempenho de manufatura e os benefícios da aplicação de sistemas CAPP, de modo a encontrar as medidas mais apropriadas para a avaliação de desempenho da implantação do projeto.

De acordo com esta análise, os indicadores foram separados e três dimensões : financeira, qualidade e tempo, que são as prioridades competitivas consideradas. As tabelas abaixo demonstram os indicadores levantados.

Dimensão financeira

Custo de usinagem

Produtividade de trabalho

Produtividade de máquina

Mão-de-obra direta (Processista)

Mão-de-obra indireta

Melhoria de tempo de set-up

Taxa de redução em inventário em processo

Overhead

Taxa de redução nos custos de transação

Tabela 3-1 Indicadores de desempenho sob a dimensão financeira.

Dimensão qualidade

Tempo médio entre falhas(MTBF) na produção

Defeitos na linha de montagem a cada 100 unidades

Taxa de operações de inspeção eliminadas

Taxa de refugo

Taxa de retrabalho

Custo de qualidade

Eficácia do ciclo de produção (ECP)

Tabela 3-2 Indicadores de desempenho sob a dimensão de qualidade.

Dimensão de tempo

Leadtime

Redução do tempo de ciclo de trabalho em papel

Tempo de desenvolvimento de novos produtos

Tempo de planejamento

Tempo de usinagem

Tabela 3-3 Indicadores de desempenho sob a dimensão de tempo.

4. Metodologia proposta

A metodologia proposta está descrita na figura 4-1 e será desenvolvida uma planilha em MS Excel, que mostrará os seus passos e realizará os cálculos necessários. Serão considerados somente os indicadores para a aplicação de CAPP, observando aqui que a planilha apresenta uma relativa flexibilidade para análise de outros projetos de investimentos em tecnologia avançada.

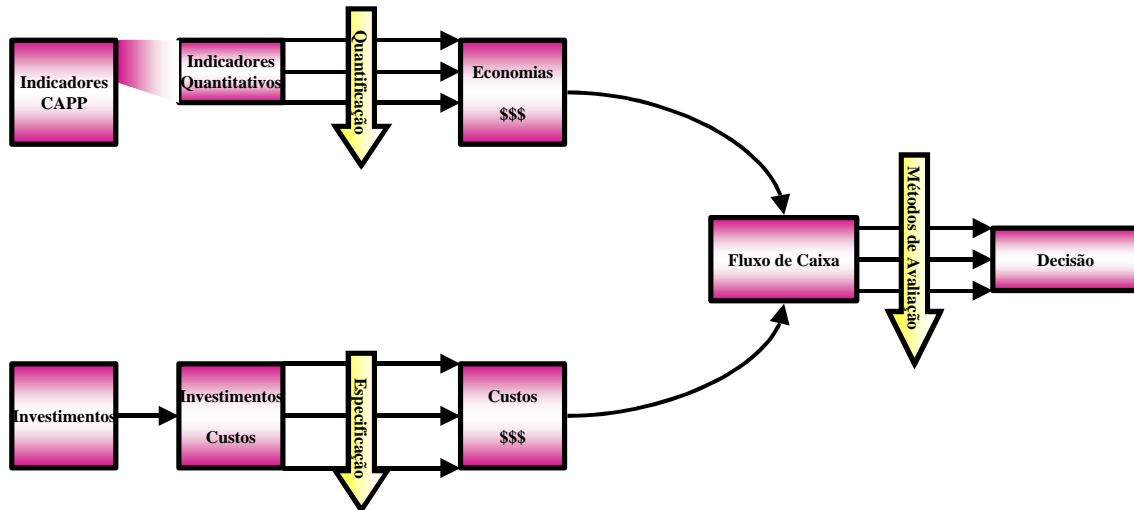


Figura 4-1 Análise da Viabilidade Econômica.

Inicia-se pela análise da situação da empresa, pelo levantamento da situação atual dos indicadores, assim como pela estimativa dos valor futuro dos indicadores, considerando as melhorias apresentadas. Paralelamente levanta-se os valores de investimentos em hardware e software, bem como os gastos com implantação e treinamento de pessoal.

Uma vez quantificados os ganhos e os custos, pode-se projetar a demonstração de resultados, para a formação do fluxo de caixa. Considera-se aqui a depreciação dos ativos, imposto de renda de pessoa jurídica e a vida útil do projeto.

Parte-se finalmente para a análise do fluxo de caixa, com a escolha das metodologias mais apropriadas. O dado de entrada mais importante nesta etapa é o custo de capital, para o qual é apresentada uma proposta de cálculo. Calculados os índices, parte-se para a decisão do investimento, baseado em parâmetros de aceitação, sendo alguns determinados pela própria metodologia de avaliação e outros pela empresa.

4.1 Análise e estimativa dos indicadores da empresa

Nesta análise devem ser verificados os níveis em valores absolutos em que os indicadores de desempenho se encontram e devem ser estimados os valores futuros, através de hipóteses, para que se possa determinar os ganhos/perdas demonstrados nos indicadores pela aplicação do sistema de CAPP.

Entradas na planilha: valores absolutos dos indicadores de desempenho e melhoria percentual esperada em cada um.

4.2 Quantificação das economias

Esta etapa compreende a quantificação das economias em termos monetários, consideradas as diferenças de desempenho pela aplicação do CAPP. Nesta etapa entram o custos de mão de obra, margem de lucro, custo de matéria-prima, custo de materiais etc valorados em termos atuais da empresa e do mercado. As tabelas abaixo mostram uma proposta de quantificação. Os indicadores em *itálico* representam aqueles quantificáveis e que devem ser utilizados na planilha.

Dimensão Financeira	
INDICADOR	QUANTIFICAÇÃO
<i>Custo de usinagem</i>	Comparação entre o custo atual de usinagem e o custo projetado, multiplicado pelo número de peças produzidas.
Produtividade de trabalho	Reflete a melhoria no trabalho dos processistas, que pode ser traduzida em menos mão-de-obra. Deve-se assumir a hipótese sobre a demissão ou não dos funcionários, ou seja, de como a empresa utilizará seu tempo livre.
<i>Produtividade de máquina</i>	Deve ser feita uma comparação entre a produtividade atual e a produtividade projetada. Quantifica-se esta diferença pelo preço médio e custo direto médio dos produtos e volume de produção da máquina. Deve ser feita a hipótese sobre a utilização do tempo ganho, que pode até refletir da venda da máquina.
<i>Mão-de-obra direta (Processista)</i>	Este valor reflete a necessidade menos processistas para executar o mesmo trabalho, devido à melhoria de produtividade. O cálculo deve ser feito pelo custo total de um processista contando salários, benefícios e encargos.
<i>Mão-de-obra indireta</i>	Quantifica-se pela diferença (aumento ou diminuição) de pessoas indiretas. Pode ser que aumente, pela necessidade de pessoas trabalhando com controles de relatórios antes inexistentes, devendo esta variável ser definida em hipótese.
<i>Melhoria de tempo de set-up</i>	Da mesma forma que produtividade de máquina, deve-se assumir hipóteses da utilização do tempo. Calcula-se pelo tempo ganho multiplicado pela margem de contribuição. Está na mesma pasta da produtividade de máquina.
Taxa de redução em inventário em processo	Há como calcular, porém de difícil estimativa, podendo ser considerado intangível.
Overhead	Intangível
Taxa de redução nos custos de transação	Intangível.

Tabela 4-1 Indicadores de desempenho sob a dimensão financeira.

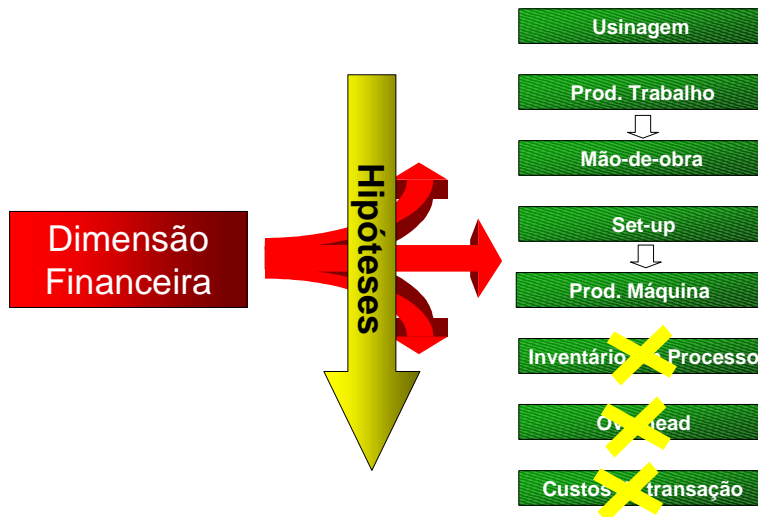


Figura 4-2 Quantificação dos Indicadores sob a Perspectiva Financeira.

Dimensão qualidade	
INDICADOR	QUANTIFICAÇÃO
<i>Tempo médio entre falhas(MTBF) na produção</i>	Comparação entre a taxas atual e a taxa projetada. Multiplica-se o custo de chamada na manutenção pelo diferença do número de falhas.
<i>Defeitos na linha de montagem a cada 100 unidades</i>	Comparação entre a taxa atual e a taxa projetada. Multiplicar a diferença pela preço do produto, para obter o ganho.
<i>Taxa de operações de inspeção eliminadas</i>	Custo direto das operações eliminadas. Intangível.
<i>Taxa de refugo</i>	Comparação entre a taxa atual e a taxa projetada. Calcula-se os ganhos (peso) de matéria-prima por esta diferença e multiplica-se pelo preço por quilo.
<i>Taxa de retrabalho</i>	Comparação entre as taxas anterior e projetada. Calcula-se a diferença de taxas multiplicada pelo custo.
<i>Custo de qualidade</i>	Intangível
<i>Eficiência do ciclo de produção (ECP)</i>	Intangível

Tabela 4-2 Indicadores de desempenho sob a dimensão de qualidade.

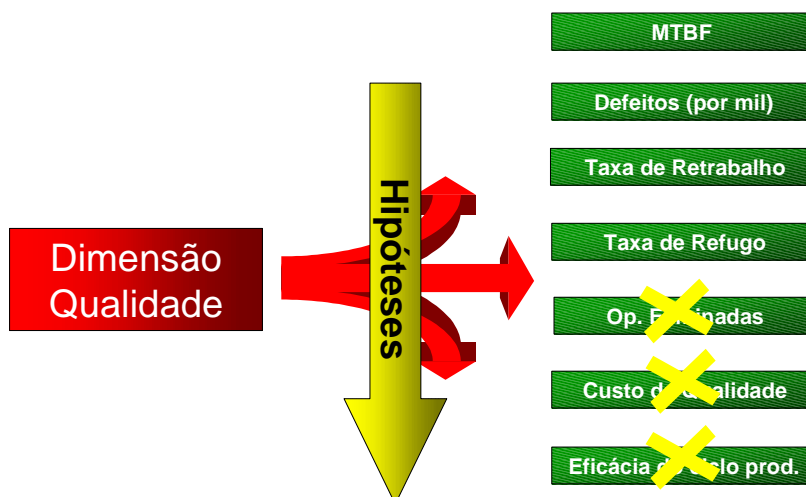


Figura 4-3 Indicadores sob a perspectiva da qualidade.

Dimensão tempo	
INDICADOR	QUANTIFICAÇÃO
Leadtime	Intangível, devido ao grande número de variáveis que influenciam no processo.
Redução do tempo de ciclo de trabalho em papel	Intangível.
Tempo de desenvolvimento de novos produtos	De difícil cálculo, podendo ser considerado intangível. O cálculo seria feito pelo levantamento de todos os projetos da empresa, seus ciclos de vida e curva previsão de vendas. Antecipa-se a curva no tempo e faz-se a diferença entre as curvas. Multiplica-se o resultado pela margem de contribuição de cada produto.
Tempo de planejamento	Pode refletir do tempo de desenvolvimento de produto, caso o planejamento de processo esteja no caminho crítico.
Tempo de usinagem	Reflete diretamente no custo de usinagem.

Tabela 4-3 Indicadores de desempenho sob a dimensão de tempo.

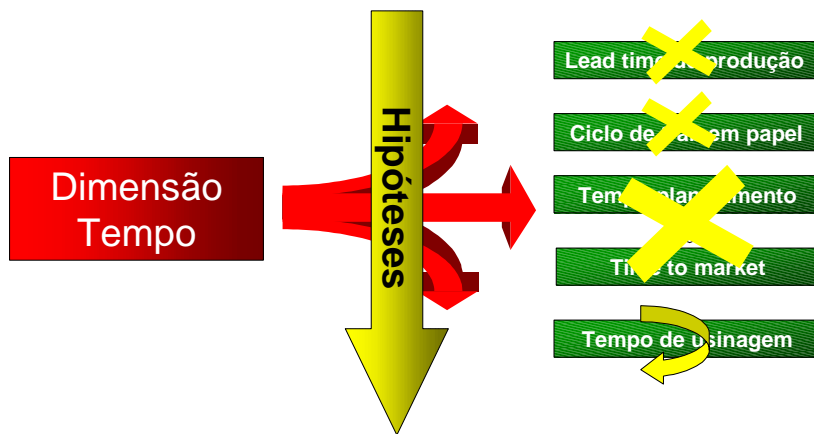


Figura 4-4 Indicadores sob a perspectiva de tempo.

Entradas na planilha: valores para os indicadores.

4.3 Quantificação dos custos incorridos e investimentos

Os custos da aplicação do CAPP incorrem de treinamento, manutenção e de áreas onde o desempenho venha a piorar. Os investimentos representam os preços do hardware, software e implantação do sistema na empresa, são dados diretamente pela empresa fornecedora do software e constantes na fatura. Os gastos de manutenção devem ser estimados pela empresa, com base em um valor percentual médio do investimento em ativos realizado.

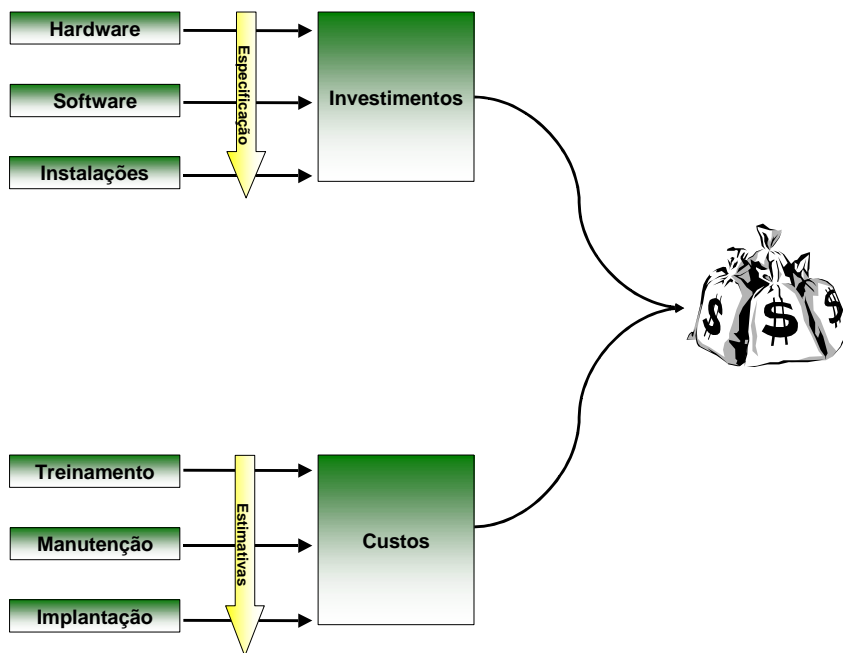


Figura 4-2 Formação dos custos do CAPP

Entradas na planilha: Preços do software, hardware, estimativas de gastos de implantação, estimativas de gastos de treinamento, estimativa de gastos de manutenção.

4.3.1 Depreciação e Imposto de Renda

Como foi visto antes, a alíquota de imposto (IRPJ) é de 25 % sobre o lucro líquido. A contribuição social de 8 %. A depreciação deve ser considerada sobre os softwares, depreciados em 3 anos a uma taxa de 33 % ao ano, e sobre os hardwares e periféricos com vida útil de 5 anos a uma taxa de depreciação de 20 % ano.

Entradas na planilha: Taxa do IRPJ, taxa da contribuição social e tempo de depreciação da hardware e software.

4.4 Custo de Capital

O custo de capital a ser considerado depende da empresa na qual o projeto será aplicado. Se a empresa fornecer seu custo de capital, devemos utilizá-lo. Caso contrário, deve-se assumir uma hipótese para cálculo do seu custo de capital.

Para empresas de capital aberto, deve-se calcular utilizando o CAPM para capital próprio e assumindo-se hipóteses para o capital de terceiros (baseado em taxas de juros praticadas no mercado brasileiro, como a TJLP, praticada pelo BNDES), assim como para as proporções capital próprio/terceiros.

Para empresas de capital fechado, deve-se considerar como custo de capital próprio o custo de oportunidade, ou seja, a máxima taxa que se consegue no mercado, livre de risco (no Brasil pode ser considerada o CDB, por exemplo). Para o custo de capital de terceiros e para a proporção capital-terceiros devem-se assumir hipóteses, com a mesma consideração da TJLP.

Entradas na planilha: custo de capital de terceiros, proporção de capital próprio, proporção de capital de terceiros, custo de capital próprio.

4.5 Método de avaliação

Dentre os métodos utilizados, a avaliação do fluxo de caixa será feita por três métodos distintos: o EVA - valor econômico agregado, a taxa interna de retorno e o payback, devendo o projeto ser aprovado de acordo o parâmetro mínimo de cada índice. Foram escolhidas estas metodologias observando as vantagens e limitações de cada uma. O EVA representa o valor gerado ao proprietário, a TIR é um indicador que pode ser comparado a diversos indicadores utilizados pelas empresas enquanto o payback fornece uma medida de risco ao qual a empresa esteja disposta a correr para ter seu investimento de volta.

O VPL e o IL não foram considerados pois apresentam apenas o lucro simples do projeto, sem considerar o custo de oportunidade. O CVA não foi considerado, pois é uma metodologia relativamente nova, que ainda depende de confirmação acadêmica e por parte das empresas. O ROI não é confiável pois não considera o valor do dinheiro no tempo e por ser apresentado em porcentagens pode facilmente causar ilusão na tomada de decisão.

Para fins ilustrativos, todos os índices serão calculados na planilha, porém a decisão dependerá somente dos três especificados.

4.6 Sistema de decisão

O sistema de decisão envolve os parâmetros para aprovação do investimento. O projeto será aprovado se o EVA do projeto for positivo e se a TIR for maior que o custo de capital, conforme as regras teóricas destas metodologias. Já o tempo de retorno deve ser definido pela empresa como entrada da planilha.

Entradas na planilha: tempo de retorno máximo permitido.

4.7 Fluxo de caixa

Os lançamentos no fluxo de caixa são saídas diretamente da demonstração de resultados vista na parte teórica deste trabalho. A figura 4-3 mostra como o fluxo de caixa foi composto, mostrando também os índices de avaliação do mesmo.

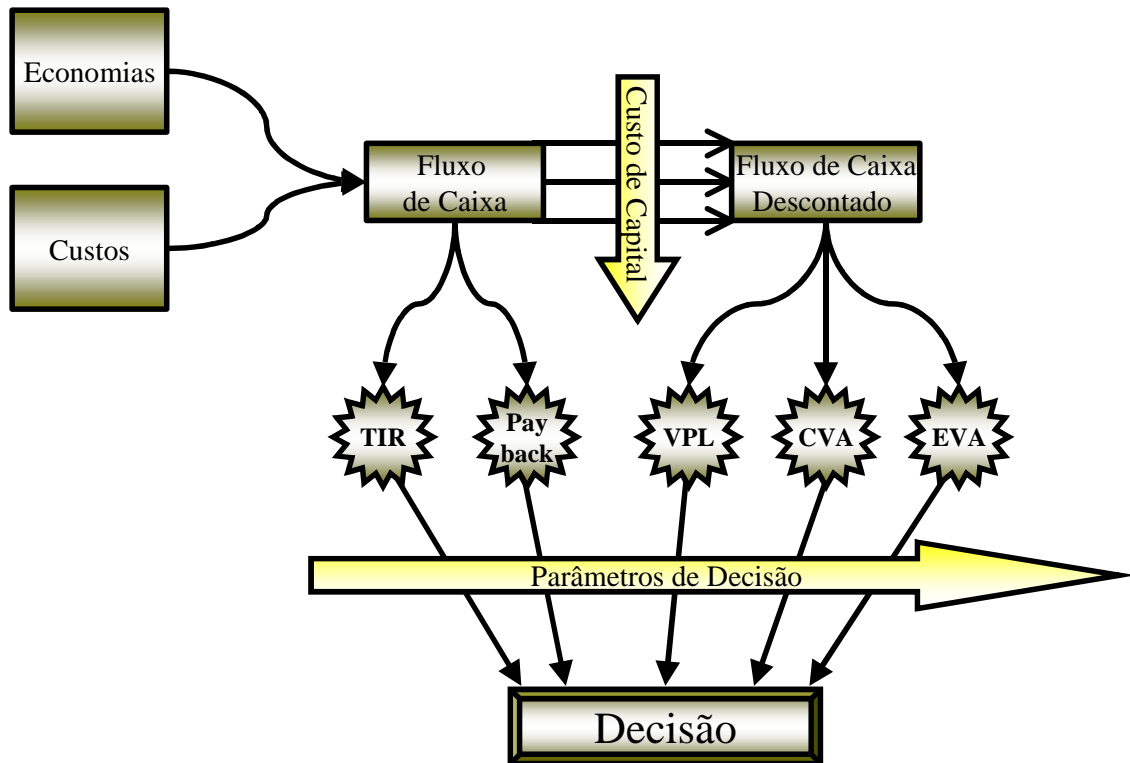


Figura 4-3 Formação do Fluxo de Caixa e Metodologias de Avaliação.

5. Conclusões

Os objetivos propostos do trabalho foram atingidos. Foi proposta uma metodologia de avaliação econômica da aplicação de CAPP. Foi realizada uma revisão sobre viabilidade econômica, formação de fluxo de caixa e outros aspectos financeiros. Os indicadores que representam os benefícios quantitativos da aplicação foram desenvolvidos por Paranaguá (1999), em um trabalho realizado paralelamente a este. Buscou-se neste trabalho alinhar os indicadores à estratégia de manufatura, através de sistemas de medição de desempenho integrados à estratégia. Porém, por esta escolha não foram descritos os indicadores afetados diretamente pela aplicação do CAPP. Assim, a avaliação ficou incompleta, necessitando do levantamento de indicadores diretos para a avaliação mais concisa.

A metodologia de avaliação proposta consta da análise dos custos e investimentos, e das economias. Os custo e investimentos foram valorados com mais facilidade enquanto para valorar as economias foram utilizados os indicadores mais adequados, comparando-se na maior parte das vezes a situação atual e a futura em relação aos indicadores, com um método de cálculo para cada indicador. Foram escolhidos três métodos de análise de fluxo de caixa para tomada de decisão, o EVA, a TIR e o payback, pois um completa as funcionalidades do outro, e uma análise faz com que seja menor a possibilidade de erro na tomada de decisão.

A planilha se mostrou coerente e de fácil utilização. O investidor ou vendedor entra com os dados necessários na planilha e esta já fornece o parecer econômico sobre a viabilidade do projeto. Assim, ela pode ser utilizada como uma ferramenta para a avaliação de viabilidade econômica. Porém, uma conclusão mais detalhada poderia ser feita se os valores de entrada na planilha fossem reais, considerando-se uma implantação em uma empresa.

6. Bibliografia

- Assaf Neto,A., 1996. *Matemática Financeira e Suas Aplicações*. Atlas, São Paulo, 2ª edição.
- Crow, K.A., 1992. Computer Aided Process Planning. *DRM Associates*.
<http://members.aol.com/drmassoc/capp/html> (08/04/1999).
- CSLL - Contribuição Social sobre o Lucro Líquido, Conceito, 1999.
<http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/csll/default.htm> (16/06/1999).
- Dodd, J. L. & Chen, S., 1996. EVA: A new panacea?. *Business and Economic Review*, Vol 42; Jul-Sep , p.26-28.
- Ghalayini, A .M.;Noble, J.M. & Crowe, T.J., 1997. An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. *International Journal of Production Economics*, No. 48, pp-207-225.
- Gitman, L. J., 1997. *Princípios de Administração Financeira*. Harbra, São Paulo, 7ª edição.
- IRPJ - Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas, Conceito, 1999.
<http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/irpj/Declaracao98/conceito.htm>
(16/06/1999).
- Keen, P.G.W. & Knapp, E.M., 1995 Every Manager's Guide to Business Processes: A Glossary of Key Terms & Concepts for Today's Business Leader. *Harvard Business School Pr*, Cambridge.
- Kaplan, R.S. & Norton, D.P.; 1993. Putting the Balanced Scorecard to Work. *Harvard Business Review*, September-Ocotober, pp. 143-147.
- Lei nº 9.779, de 19 de janeiro de 1999.Dou de 20/01/99, pág. 1/3 .
<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/outros/lei977999.htm> (16/06/1999)
- Leung, H.C., 1996. Annotated Bibliography on Computer Aided Process Planning. *Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 12, pp. 309-329.

- Marri, H.B.; Gunasekaran, A. & Grieve, R.J., 1998. Computer Aided Process Planning: A State of Art. *Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 14, pp. 261-268.
- Molière, F., 1989. Economy and Problems of CAPP from a user's point of View. *Annals CIRP*, pp. 27-33.
- Ottoson, E. & Weissenrieder, F., 1996. Cash Value Added – a new method for measuring financial performance. *Gothenburg Studies in Financial Economics*, 1996/1. http://www.fwc.se/1/1_2.html (15/04/1999).
- Paranaguá, L.C.M., 1999. *Levantamento de indicadores de desempenho para a aplicação de CAPP*. Monografia de disciplina, Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Pessoa Jurídica , 1999. <http://www.receita.fazenda.gov.br> (16/06/1999).
- Return on information technology investments, 1999. <http://www.infochain.be/framesource/roi.html> (16/04/1999).
- Sriram, R.S., 1995. Accounting information system issues of FMS. *Integrated Manufacturing System*, Vol. 6, No. 1, pp35-40.
- Subseção II - Depreciação de Bens do Ativo Imobilizado. Decreto nº 3.000, de 26 de março de 1999. Tributação das Pessoas Jurídicas - (Livro 2 - Parte 2 - Art 305 a 461). <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/RIR/L2Parte2.htm> (16/06/1999).
- Valeri, S.G., 1997. *Aperfeiçoamento da Avaliação de Fusões e Aquisições na Indústria Automobilística Brasileira*. Trabalho de Formatura, Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Weston, J.F. & Copeland, T., 1992. *Managerial Finance*. Dryden, USA, 1.992, 9th edition.

Anexo 1 - Planilhas de avaliação do CAPP

A seguir serão exemplificadas a planilha para avaliação do investimento em CAPP. A planilha foi separada em diversas pastas contendo dados básicos, resumidos e resultados de cálculos. O resultado final está na pasta Fluxo de Caixa.

Os parâmetros em azul significam as entradas de dados pelo usuário. O exemplo é fictício e os valores são aleatórios.

Pasta Variáveis globais

Nesta pasta estão as variáveis que serão utilizadas em mais de uma pasta como dado básico. Estes dados são a produção anual estimada, o custo médio e o preço médio dos produtos da empresa.

Variáveis Globais	
Produção estimada	100.000
Custo médio	5,00
Preço médio	15,00

Pasta 1 Variáveis globais.

Pasta Custo de Usinagem

Esta pasta calcula os ganhos pela redução do custo de usinagem. As informações de entrada são o custo atual de usinagem e o custo esperado ou estimado. O cálculo é feito pela diferença entre os dois custos multiplicada pela produção anual que significa o quanto a empresa deixou de gastar na usinagem.

Custo de Usinagem	
Custo Atual	2,00
Custo Projetado	1,26
Produção estimada	100.000
Economia Total	74.000,00

OBS: Produção anual.

Pasta 2 Custo de Usinagem

Pasta Produtividade de Máquina

Nesta pasta são consideradas duas economias: a melhoria de produtividade de máquina e a melhoria do tempo de set-up.

A produtividade de máquina deve ser calculada comparando as taxas atual e estimada. Uma vez que a produtividade é dada em peças por semana, calcula-se o ganho por semana e multiplica-se por 52 semanas, para obter o ganho anual em peças.

Para calcular o ganho com set-up, compara-se as taxas atual e anterior de horas de set-up semanais. A diferença multiplica-se por 52 e obtém-se a economia de tempo anual. Multiplica-se este tempo pelo tempo de ciclo de fabricação da peça e obtém-se o número de peças ganhas.

Soma os dois ganhos e multiplica-se pela margem de contribuição média dos produtos (considera-se que os custos indiretos são constantes para todos os produtos), atingindo assim a economia anual.

Porém, a utilização desta economia no fluxo de caixa depende de hipóteses. Se assumir que o tempo ganho será utilizado para aumentar a fabricação, considera-se a margem de contribuição. Se assumir que não haverá aumento de produção, não se utiliza. Por outro lado, se sobrar tempo suficiente a ponto de se eliminar máquinas, considera-se o preço de venda das máquinas no fluxo. Estas opções estão previstas na planilha.

Produtividade de Máquina	
Produtividade Atual	2300
Produtividade Estimada	2700
Custo médio	5,00
Preço médio	15,00
Set-up médio atual	25,00
Set-up médio estimado	22,00
Ciclo médio por peça	2,92
Margem de contribuição	10
Volume extra de produção	13.440
Economia Total	134.400,00

OBS: a produtividade da máquina deve ser estimada peças por semana
OBS 2: o tempo de setup médio é calculados por semana, em horas.

Hipótese assumida:	
Tempo ganho será utilizado em:	
1 Aumento de Produção	
0 Não será utilizado	
0 Venda da máquina por:	30.000,00
Obs: 1 para sim e 0 para não.	

Pasta 3 Produtividade de máquina

Pasta mão-de-obra

Nesta pasta são considerados os ganhos/perdas relativos à de mão-de-obra. A diferença de mão-de-obra pode ocorrer devido ao aumento de produtividade dos processistas, resultado em demissão. Por outro lado, na mão-de-obra indireta, pode refletir admissão , para pessoas que venham a trabalhar com novos sistemas de controle exigidos pela nova tecnologia. Isto porém deve ser assumido como hipótese pela empresa. Para quantificar-se, deve ser considerado o salário, os benefícios e os encargos sociais sobre as pessoas envolvidas.

Mão-de-obra	
Direta	112.000,00
Indireta	-
Economia Total	112.000,00

Obs: Colocar a soma anual de salário+benefícios+encargos de todo os trabalhadores.

Obs2: Se forem demitidas pessoas, entre como positivo. Se forem admitidas, entra como negativo.

Pasta 4 Mão-de-obra.

Pasta MTBF

Esta pasta calcula os ganhos relativos à manutenção das máquinas. Calcula-se a diferença entre os MTBF's (tempo médio entre falhas) atual e estimado. Dividindo o número de horas de um ano por esta diferença, obtém-se o número de quebras no ano. Multiplica-se este resultado pelo custo de chamada de manutenção para atingir como resultado a economia em manutenção.

MTBF	
MTBF Atual	72
MTBF Estimado	100
Custo da chamada de manutenção	50,00
Chamadas a menos por ano	205
Economia Total	10.250,00

OBS: MTBF em horas.

Pasta 5 MTBF

Pasta Qualidade

A pasta qualidade considera o ganho com a diminuição de falhas por mil produtos produzidos. Compara-se os valores atual e estimado e com regra de três simples com a diferença e com a produção anual, atinge-se o número de falhas no ano que deixariam acontecer durante um ano. Multiplica-se este valor pelo preço médio, considerando que estes produtos seriam vendidos, e obtém-se a economia anual.

Falhas por mil	
Atual	16
Estimada	4
Preço médio	15,00
Volume de produção	100.000
Economia Total	18.000,00

Pasta 6 Qualidade.

Pasta Retrabalho

Esta pasta considera o ganho de retrabalho é realizado comparando-se as taxas atuais e estimadas, em número de peças por mês. Multiplica-se esta diferença pelo custo médio da peça e obtém a economia total.

Retrabalho	
Atual	200
Estimado	100
Custo médio da peça	5,00
Economia Total	6.000,00

obs: Retrabalho em número de peças por mês

Pasta 7 Retrabalho.

Pasta Economias Adicionais

Nesta pasta são consideradas as economias adicionais que porventura venham a ocorrer e não estejam especificadas nas pastas de economia de ganhos. As entradas são os valores finais das economias estimadas.

Economias adicionais	
Economia 1	
Economia 2	
Economia 3	
Economia 4	
Economia 5	
Economia 6	
Economia 7	
Economia 8	
Economia 9	
Total	-

Pasta 8 Economias Adicionais

Pasta Resumo das Economias

Esta pasta mostra um quadro resumo de todas as economias, com o seu percentual para a economia total.

Resumo das Economias		
Usinagem	74.000,00	18%
Produtividade máquina	190.400,00	46%
Mão-de-obra	112.000,00	27%
MTBF	10.250,00	2%
Falhas por mil	18.000,00	4%
Retrabalho	6.000,00	1%
Economias adicionais	-	0%
Total	410.650,00	100%

Pasta 9 Resumo das Economias.

Pasta Investimentos

Nesta pasta devem ser colocados os investimentos em ativos e instalação assim como seus valores e tempos de depreciação.

Investimentos	Depreciação	Valor
software (15)	3	150.000,00
rede	2	2.000,00
15 PC's	2	45.000,00
4 impressoras	2	4.000,00
1 scanner	2	500,00
instalação	0	5.000,00
Total de investimentos		206.500,00

OBS: Depreciação de 0, 2, 3, 5, 10 ou 20 anos.

Pasta 10 Investimentos.

Pasta Depreciação

Esta pasta somente mostra o quadro de depreciação anual do ativo, não necessitando de nenhuma entrada de dados.

Equipamento	Depreciação (anos)	Investimento (\$)	Depreciação											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
software (15)	3	150.000,00	-	50.000,00	50.000,00	50.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-
rede	2	2.000,00	-	1.000,00	1.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15 PC's	2	45.000,00	-	22.500,00	22.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 impressoras	2	4.000,00	-	2.000,00	2.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 scanner	2	500,00	-	250,00	250,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
instalação	0	5.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de depreciação anual (\$)			-	75.750,00	75.750,00	50.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-

Pasta 11 Depreciação.

Pasta Custos

A pasta custos recebe como entrada de dados aos custos de implementação e treinamento, que devem ser dados pelo fornecedor do serviço, e a taxa de custo de manutenção sobre o investimento, baseada em histórico da empresa.

Custos operacionais											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Implementação	50.000,00	30.000,00	20.000,00	10.000,00	5.000,00	-	-	-	-	-	-
Manutenção	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00	4.020,00
Treinamento	5.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Total	59.020,00	36.020,00	26.020,00	16.020,00	#####	6.020,00	6.020,00	6.020,00	6.020,00	6.020,00	6.020,00

Manutenção	2%
------------	----

Pasta 12 Custos

Pasta Custo de Capital

Esta pasta calcula o custo de capital da empresa. As entradas são o custo de capital próprio e de terceiros e a composição percentual do capital da empresa. A forma de cálculo foi explícita anteriormente.

Custo de Capital	
Porcentagem de Capital Próprio	90%
Custo de Capital Próprio	10%
Porcentagem de Capital de Terceiros	25%
Custo de Capital de Terceiros	22%
Custo de Capital	12%

Pasta 13 Custo de Capital

Pasta Fluxo de Caixa

A pasta fluxo de caixa apresenta as conclusões matemáticas da viabilidade econômica. As entradas são a vida útil do projeto, as alíquotas de imposto de renda e contribuição social e o tempo de retorno máximo permitido pela empresa.

Ela apresenta o fluxo de caixa que resume os resultados das planilhas anteriores, o EVA anual, o CVA anual assim como os valores para todos os índices de avaliação econômica mostrados no projeto, assim como o resultado da viabilidade baseado no EVA, na TIR e no payback, obedecendo os parâmetros de aprovação.

Fluxo de Caixa

Entradas	
Vida útil do projeto (anos)	10
Imposto de Renda	33%
Contrib. social	8%
IR	25%
Taxa de atratividade	12%
Payback máximo	2

Entradas/ Saídas de Caixa (\$)										
Tempo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Depreciação	-	75.750,00	75.750,00	50.000,00	-	-	-	-	-	-
2. Custos operacionais	(59.020,00)	(36.020,00)	(26.020,00)	(16.020,00)	(11.020,00)	(6.020,00)	(6.020,00)	(6.020,00)	(6.020,00)	(6.020,00)
3. Economias geradas		415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00	415.650,00
4. Resultado antes do IR	(59.020,00)	455.380,00	465.380,00	449.630,00	404.630,00	409.630,00	409.630,00	409.630,00	409.630,00	409.630,00
5. Impostos	-	(150.275,40)	(153.575,40)	(148.377,90)	(133.527,90)	(135.177,90)	(135.177,90)	(135.177,90)	(135.177,90)	(135.177,90)
6. Retorno de depreciação	-	(75.750,00)	(75.750,00)	(50.000,00)	-	-	-	-	-	-
7. Sub-total	(59.020,00)	229.354,60	236.054,60	251.252,10	271.102,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10
8. Investimentos	(206.500,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análise de Fluxo de Caixa (\$)										
Fluxo de Caixa	(265.520,00)	229.354,60	236.054,60	251.252,10	271.102,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10	274.452,10
Fluxo de Caixa Descontado	(265.520,00)	205.643,86	189.770,66	181.106,73	175.212,90	159.040,62	142.598,96	127.857,04	114.639,15	102.787,72
EVA	(265.520,00)	205.545,15	185.690,47	171.271,54	158.090,33	124.600,62	83.513,29	37.688,60	(13.419,68)	(70.420,75)
EVA Descontado	(265.520,00)	184.295,84	149.281,58	123.455,40	102.173,55	72.204,07	43.391,57	17.557,72	(5.605,43)	(26.373,96)
CVA	(265.520,00)	193.507,70	200.207,70	215.405,20	235.255,20	238.605,20	238.605,20	238.605,20	238.605,20	238.605,20
CVA Descontado	(265.520,00)	173.502,82	160.952,37	155.267,68	152.045,10	138.267,91	123.973,73	111.157,30	99.665,83	89.362,35

Índices de avaliação	
Valor Presente Líquido (\$)	867.617,63
Payback Anos	1,15
T.I.R.	90,30%
EVA (\$)	349.864,91
CVA (\$)	1.018.799,13
IL	5,20
ROI	1247,19%

O Projeto é viável

Anexo 2 - Custo de capital próprio - CAPM

O Capital Asset Pricing Model (CAPM) ou Modelo de Precificação de Ativos é um método que representa o custo de capital próprio de uma empresa, com a consideração e quantificação do risco do negócio.

Linha de Segurança do Mercado (SML)

Sabe-se que o investidor espera que o retorno esteja atrelado ao risco. Ele espera retornos maiores para riscos maiores, ou seja, associação positiva entre risco e retorno. Sabe-se que a melhor medida para o risco, neste caso, é o β . Essa relação entre risco e retorno é conhecida como *Linha de Segurança do Mercado, ou SML, Security Market Line*

A equação que define a linha de segurança do mercado é dada abaixo e é conhecida como o *Modelo de precificação de ativos, ou CAPM (Capital Asset Pricing Model)*.

$$K_e = R_F + \beta (R_M - R_F)$$

onde:

K_e = retorno esperado do ativo.

R_F = a taxa livre de risco, considerada normalmente como sendo a taxa praticada pelos títulos públicos.

β = é o risco específico do ativo, significando relação entre a variação do ativo e a variação do mercado, isto é, se o β de um ativo vale 2.0, a variação do ativo é duas vezes a variação do mercado e assim por diante. A maneira de se calcular o β encontra-se no anexo B.

R_M = retorno esperado da carteira de mercado, ou seja, aquela que contém todos os ativos do mercado($\beta = 1.0$).

$(R_M - R_F)$ = risco absoluto do mercado, ou seja, é o risco que o investidor assume ao adquirir a carteira de mercado.

$\beta (R_M - R_F)$ = prêmio do risco do ativo.

Desta forma, o CAPM deduz que o custo de capital próprio de um ativo é a taxa livre de risco adicionada ao risco absoluto do mercado corrigido pela risco relativo da empresa, medido pelo coeficiente β .

Cálculo do beta como indicador de risco

Risco é a probabilidade de que algo desfavorável aconteça. Quando uma pessoa se arrisca, é porque espera um retorno, sabendo, porém, da possibilidade de perda. Nem sempre o retorno aumenta com o aumento do risco, como será visto em conceitos apresentados a seguir. Apresentar-se-ão, portanto, neste capítulo, métodos de se medir os riscos inerentes a investimentos ou projetos de investimento.

Dois conceitos que devem ser considerados são os de *ex ante* e *ex post*. *Ex ante* significa um valor esperado baseado em probabilidades e previsões futuras, enquanto o *ex post* é baseado em um valor esperado baseado na série histórica dos dados. Estes conceitos são utilizados no cálculo de retornos esperados.

Para uma boa análise de riscos, faz-se necessário o conhecimento de *retorno esperado*, *variância*, *desvio-padrão*, *covariância e correlação*, e seus respectivos valores. Em seguida, será mostrado um exemplo numérico, considerando os retornos anuais da empresa A.

No caso de **retorno esperado** *ex ante* é a média dos retornos ponderada pela probabilidade de que os eventos ocorram. No caso de retorno *ex post*, é a média aritmética dos retornos ocorridos no passado.

A **variância** é uma maneira de se medir a dispersão de um ativo. O *desvio-padrão* é a raiz quadrada da variância, e mede com valores absolutos essa dispersão. O desvio-padrão pode ser considerado como o risco de um ativo.

A **covariância e a correlação** mostram a interrelação entre dois ou mais ativos. A partir destes valores, pode-se quantificar o risco de um ativo em relação a outro, ou mesmo em relação a um conjunto destes.

Exemplo : empresa A

Ano	Retorno
1990	10,00%
1991	12,50%
1992	-14,53%
1993	2,50%
1994	-4,23%
1995	7,00%
1996	6,20%
Retorno esperado	2,78%
Desvio-padrão	8,66%

Tabela A-1. Retorno esperado e desvio-padrão da empresa A.

A tabela A-1 mostra retornos fictícios da empresa A. Verifica-se que nesta tabela que o retorno esperado da empresa A é 2,78 % enquanto o seu desvio-padrão é igual a 8,66 %.

Retorno e risco em carteiras

O investidor tem no mercado múltiplas opções de investimento, desta maneira ele pode formar carteiras, das quais espera máximo retorno e mínimo risco, otimizando o lucro dentro destas restrições. Qual seria a proporção exata de cada ativo, para atingir tal objetivo?

Para que se consiga esta resposta, é necessário antes conhecer os conceitos estatísticos acima citados, aplicados a carteiras. Em seguida, será mostrado um exemplo com dois ativos e considerações a respeito dos resultados.

O retorno esperado de uma carteira é a média ponderada dos retornos individuais, de acordo com a proporção de cada ativo.

Para se calcular o desvio-padrão de uma carteira, deve-se levar em consideração a correlação entre os ativos e suas respectivas porcentagens na carteira, pois o

comportamento de um ativo afeta o retorno dos demais. Desta forma, a variância é expressa pela seguinte fórmula.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij}$$

Onde $X_{i,j}$ = Porcentagem do ativo i, j na composição da carteira

σ_{ij} = Covariância entre os ativos i e j.

Considerações a respeito da correlação entre os ativos.

Para formar uma carteira de baixo risco, basta combinar dois ativos que têm comportamento oposto, ou correlação negativa. Quando o retorno do ativo A sobe, o retorno do ativo B desce, e vice-versa. Desta maneira, a carteira encontra-se equilibrada, pois o ganho de um compensa a perda do outro. Se a correlação valer -1.0, então a carteira não oferece risco. Porém, este caso é praticamente impossível de ocorrer.

No caso de ativos com comportamentos semelhantes, ou seja, correlação positiva. Se tiverem comportamentos idênticos, a correlação é perfeitamente positiva e vale +1.0, e o risco da carteira é exatamente igual aos riscos individuais. Assim, não diminui o risco total. Porém, se não são perfeitamente positivos, o risco diminui, mas não pode ser eliminado. Na simples observação da equação, confirma-se esta tese.

Através destas observações, conclui-se que o risco que importa realmente aos investidores é o risco específico, que pode ser eliminado. Porém, como medir este risco não sistemático? Para responder esta questão, introduz-se o conceito do β .

Definição

O beta é definido como:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

Onde $\sigma^2(R_m)$ é a variância do retorno do mercado.