

COPPEAD/UFRJ

RELATÓRIO COPPEAD Nº 37

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO E SELEÇÃO
DE PROJETOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Francisco José Lemos Marcondes*
Paulo Mattos de Lemos**
Cesar Gonçalves Neto**

Novembro de 1979

* Co-Gerente de Projetos da Fundação Centro Vale.

** Professor da COPPEAD/UFRJ

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Financiadora de
Estudos e Projetos S/A - FINEP

RESUMO

Este artigo apresenta um modelo para avaliar e selecionar uma carteira de projetos, numa instituição de pesquisa e desenvolvimento, que maximize a contribuição total dos projetos para os objetivos da organização.

O modelo é definido como parte integrante de um sistema de informações para tomada de decisões e contribui para direcionar a coleta de dados para a geração de informações.

I - INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um modelo para avaliação e seleção de projetos, foi desenvolvido para uma instituição que se dedica a P&D.

O problema era o de se escolher uma carteira de projetos que maximizasse a contribuição total destes para os objetivos da organização, possibilitando, assim, que ela mantivesse os seus recursos alocados naqueles projetos que, como um todo, maximizassem uma função de utilidade, como definido anteriormente.

Além desse objetivo específico, o emprego do modelo, visto aqui como parte integrante de um sistema de informações para tomada de decisões, irá contribuir para direcionar os esforços na coleta de dados para geração de informações e, também, em tornar as decisões mais consistentes, logicamente.

II - INSUMOS PARA O MODELO

Para avaliar os projetos em relação aos objetivos é preciso que a organização estabeleça, racionalmente, os seus objetivos de curto e longo prazos, de maneira a que eles respondam, adequadamente, às necessidades presentes em seu meio ambiente, externo e interno.

O conhecimento do meio externo poderia ser obtido através da elaboração de previsões tecnológicas para o setor em que a organização atua, criando-se os possíveis cenários futuros e considerando neles, além dos componentes tecnológicos, os sócio-econômicos e políticos. É necessário um constante monitoramento destes componentes para se detectar as tendências que possam alterar significativamente o cenário projetado.

Da análise e monitoramento do meio interno levantar-se-ão as necessidades, aspirações e potencialidades nele presentes para atender àquelas necessidades detectadas ou previstas no meio ambiente externo, possibilitando, desse modo, a determinação da capacidade de respostas da organização às mudanças observadas no seu exterior. No caso em questão, a organização deverá levantar seus recursos relativos a pessoal técnico e de pesquisa, bem como os equipamentos de alto valor unitário e/ou de difícil aquisição.

Os pesquisadores e técnicos são então classificados por área de conhecimento e por nível de proficiência (grau de conhecimento e experiência) dentro de sua área. Os equipamentos de alto valor unitário e/ou de difícil aquisição são também classificados segundo os seus tipos principais.

A medida dessa disponibilidade de recursos, em cada classe, é, para os pesquisadores e técnicos, homens-hora e, para os equipamentos, equipamentos-hora.

Para poder selecionar uma boa carteira é preciso que haja um número suficiente de bons projetos, de forma que, dentre eles,

possam ser escolhidos aqueles que, em conjunto, irão maximizar a utilidade total da carteira para a organização, dadas as restrições existentes.

Foi observado que a maioria dos projetos bem sucedidos comercialmente consiste naqueles que atendem a necessidades percebidas no mercado e que desse número a maior parte é fruto de idéias geradas na organização em resposta às necessidades percebidas no mercado. Assim, é preciso que se tenha nos quadros da instituição pessoal capacitado e criativo para a geração de idéias que irão transformar-se em propostas de bons projetos e, também, que seja mantido o clima propício para que tais idéias surjam e frutifiquem. É da responsabilidade dos administradores da instituição de P&D a obtenção desse pessoal e a criação e manutenção desse clima adequado ao desenvolvimento de boas idéias. O conhecimento das necessidades presentes e futuras do setor será uma referência imprescindível no direcionamento desse esforço criativo.

Por último, é preciso que se quantifique as necessidades de consumo de recursos por projetos. Existindo uma classificação adequada dos recursos e elaborando-se cuidadosamente o planejamento dos projetos, a determinação de suas necessidades não é algo que apresente grandes problemas, sendo apenas necessário que se tenha em mente as possíveis tendenciosidades (subestimativas, estimativas muito otimistas, etc.) que podem apresentar-se. O uso de técnicas de planejamento, como "Branching Networks", ajuda a minimizar essas tendenciosidades, mas caberá sobretudo aos administradores o cuidado para eliminar as pressões que as causam (pressão para tornar os projetos mais atrativos, não despendem muito tempo no planejamento, etc.).

III - LISTAGEM E PONDERAÇÃO DOS OBJETIVOS

A listagem e a ponderação dos objetivos é o primeiro passo a ser dado, ficando a cargo de uma equipe de cinco altos executivos da instituição. Cada um faz, inicialmente, sua relação individual com os objetivos de curto e longo prazos; é feito um resumo geral de todas as listagens, eliminando-se as duplicações existentes, que são devolvidas a cada um dos avaliadores juntamente com sua listagem individual para possíveis reconsiderações. Após duas destas rodadas, os cinco avaliadores se reúnem para a seleção final de objetivos de curto e longo prazos, a serem considerados no modelo.

Para a determinação dos pesos dos objetivos, são utilizados os procedimentos Delphi e a mesma equipe que os listou. Um total de 10 pontos deverá ser dividido primeiramente entre os objetivos de curto e longo prazos e, depois, a parte alocada a cada um deles é subdividida entre os objetivos que a compõe.

Na obtenção do peso ponderado de cada objetivo, são consideradas suas contribuições em relação a cada um dos outros. Para tal fim, é utilizada uma "Cross Support Matrix".

Sejam:

O_i os objetivos, onde $i=1,2,\dots,n$, sendo O_1, O_2, \dots, O_n os objetivos de longo prazo e $O_{m+1}, O_{m+2}, \dots, O_m$, os objetivos de curto prazo;

W_i os pesos relativos dos objetivos conseguidos através do Delphi;

$\alpha_{i, i'}$, a contribuição do objetivo O_i para o objetivo $O_{i'}$ (a notação " ' " é aqui usada apenas para efeito de distinção, sendo o mesmo o conjunto de objetivos);

$\beta_{i, i'}$ a contribuição ponderada de O_i para $O_{i'}$.

O peso final ponderado do objetivo O_i será, então:

$$(WP)_i = \sum_{i'=1}^n \beta_{i'} \alpha_{i'}$$

Para que a soma final dos pesos ponderados dos objetivos iguale novamente 10, é empregada:

$$\sum_{i'=1}^n (WP)_{i'} = 10$$

onde:

$$(WP)_{i'}^* = \frac{(WP)_{i'}}{\sum_{i'=1}^n (WP)_{i'}} \times 10$$

Na determinação dos $\alpha_{i'}$, i' , utiliza-se uma escala de 10 pontos (de 0 a 10, onde 10 representa a maior contribuição possível), onde são descritos os pontos de referência, interpolando-se para os valores de contribuição julgados intermediários.

Esta escala é ordinal, mas como as operações que serão efetuadas requerem uma escala intervalar e, não sendo possível outra solução melhor, formula-se a seguinte hipótese:

Que os intervalos entre os valores das contribuições são tomados pelos avaliadores como biunívocos com uma relação linear, isto é, a diferença entre os valores 10 e 8 é a mesma que entre os valores 2 e 0. Desse modo, apesar de as avaliações das contribuições serem medidas em uma escala ordinal, supõe-se que o avaliador é capaz, também, de atribuir os valores em uma escala intervalar linear.

Segue uma "Cross Support Matrix"

| | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------------------------------------|-----|---------------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------------------|----------------|
| Objetivos | Objetivos | O_1 | --- | O_m | O_{m+1} | --- | O_n | Peso Ponderado |
| | Objetivos | Pesos Relativos dos Objetivos | | | | | | $(WP)_i$ |
| O_1 | | | | $\alpha_{i,m}$ $\beta_{i,m}$ | $\alpha_{i,m+1}$ $\beta_{i,m+1}$ | | $\alpha_{i,m}$ $\alpha_{i,m+1}$ | $(WP)_i$ |
| \vdots | | | | | | | | \vdots |
| O_m | | $\alpha_{m,1}$ $\beta_{m,1}$ | | | $\alpha_{m,m+1}$ $\beta_{m,m+1}$ | | $\alpha_{m,n}$ $\beta_{m,n}$ | $(WP)_m$ |
| O_{m+1} | | $\alpha_{m+1,1}$ $\beta_{m+1,1}$ | | | | | | $(WP)_{m+1}$ |
| \vdots | | | | | | | | \vdots |
| O_n | | $\alpha_{n,1}$ $\beta_{n,1}$ | | $\alpha_{n,m}$ $\beta_{n,m}$ | $\alpha_{n,m+1}$ $\beta_{n,m+1}$ | | | $(WP)_n$ |

Nota: Para contribuições negativas, multiplicar $\alpha_{i,i}$ por -1.

III.1 - Avaliação dos Projetos

Para se avaliar os projetos em relação aos objetivos, utilizou-se uma "Cross Impact Matrix" e recorreu-se, também, aos procedimentos Delphi para obter as contribuições individuais. Nessa matriz, além das contribuições individuais, aparece a probabilidade de sucesso técnico de cada projeto, como um fator multiplicativo das contribuições totais de cada um dos projetos. A matriz é incluída e vai pesar bastante no valor final da contribuição total, pois um projeto só poderá contribuir para os objetivos da organização se for tecnicamente bem sucedido. Para a determinação dessas probabilidades de sucesso técnico dos projetos, utiliza-se a média aritmética simples das avaliações individuais obtidas pelo Delphi.

Uma escala entre zero e dez é também aqui utilizada para a obtenção das contribuições e a hipótese anteriormente feita permanece válida. Estas avaliações deverão ser conduzidas pelos chefes de departamento e a estimativa das probabilidades de sucesso, pelos pesquisadores de nível sênior envolvidos nos respectivos pro

jetos. O número de elementos das equipes deverá ser fixado em 5.

Seja:

$\lambda_{j,i}$ a contribuição do projeto j para o objetivo i ,
onde $i=1,2,\dots,n$ e $j=1,2,\dots,q$;

$\eta_{j,i} = \lambda_{j,i} \times (WP)^*_i$; a contribuição ponderada do projeto j para o objetivo i ;

PR_j a probabilidade de sucesso técnico do projeto j .

A utilidade total do projeto j para a organização será,
então:

$$U_j = \sum_{i=1}^n \eta_{j,i} \times PR_j$$

Normalizando,

$\sum_{j=1}^q (UN)_j = 1$, onde $(UN)_j$ representa a contribuição normalizada do projeto j para a organização, e

$$(UN)_j = \frac{U_j}{\sum_{j=1}^q U_j}$$

| Objetivos Projetos | O ₁ | --- | O _m | O _{m+1} | --- | O _n | Probabilidade de Sucesso Técnico | Utilidade |
|-----------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|--------------------------------------|-----|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| | (WP) _i * | | (WP) _m * | (WP) _{m+1} * | | (WP) _n * | PR _j | U _j |
| P ₁ | $\lambda_{1,1}$ $n_{1,1}$ | | $\lambda_{1,m}$ $n_{1,m}$ | $\lambda_{1,m+1}$ $n_{1,m+1}$ | | $\lambda_{1,n}$ $n_{1,n}$ | PR ₁ | U ₁ |
| P ₂ | $\lambda_{2,1}$ $n_{2,1}$ | | $\lambda_{2,m}$ $n_{2,m}$ | $\lambda_{2,m+1}$ $n_{2,m+1}$ | | $\lambda_{2,n}$ $n_{2,n}$ | PR ₂ | U ₂ |
| ⋮ | | | | | | | | |
| ⋮ | | | | | | | | |
| P _{q-1} | $\lambda_{q-1,1}$ $n_{q-1,1}$ | | $\lambda_{q-1,m}$ $n_{q-1,m}$ | $\lambda_{q-1,m+1}$ $n_{q-1,m+1}$ | | $\lambda_{q-1,n}$ $n_{q-1,n}$ | PR _{q-1} | U _{q-1} |
| P _q | $\lambda_{q,1}$ $n_{q,1}$ | | $\lambda_{q,m}$ $n_{q,m}$ | $\lambda_{q,m+1}$ $n_{q,m+1}$ | | $\lambda_{q,n}$ $n_{q,n}$ | PR _q | U _q |

Nota: Para contribuições negativas, multiplicar $\lambda_{j,i}$ por -1

A consideração de mais de uma versão para cada projeto. Cada projeto poderá ser considerado em mais de uma versão, cada uma representando um ritmo diferente de execução (lento, normal, acelerado) ou uma solução alternativa para um mesmo problema.

Seja, então:

$P_{j,v}$ o projeto j em sua versão v , onde $j=1,2,\dots,q$ e $v=1,2,\dots,v$;

$\lambda_{j,v,i}$ a contribuição do projeto j , em sua versão v , para o objetivo i ;

$n_{j,v,i}$ a contribuição ponderada do projeto j em sua versão v , para o objetivo i ;

PR_{j,v} a probabilidade de sucesso técnico da versão v do projeto j ;

$U_{j,v}$ a utilidade para a organização da versão v do projeto j ;

$(UN)_{j,v}$ a utilidade normalizada do projeto j em sua versão v .

III.2 - A Utilidade Média dos Recursos

Como os projetos a serem considerados para seleção ou manutenção na carteira têm duração diferentes, é necessário introduzir o conceito de utilidade média dos recursos a serem deixados livres em períodos futuros. A não inclusão dessa utilidade implicaria consideração de que os recursos liberados de um projeto, em períodos futuros, teriam utilidade zero, e assim estariam sendo beneficiados os projetos mais longos. Por trás desse conceito está a suposição de que, em períodos futuros, projetos com utilidade maior ou igual à média irão surgir.

Como a possibilidade do surgimento desses projetos aumenta com o intervalo entre o instante atual e o futuro, é preciso que se considere um amortecimento da utilidade média dos recursos, para que ele comece em um valor zero ou muito pequeno, no período mais recente, e vá crescendo até atingir o seu valor calculado. Para que isso fosse considerado, uma curva logarítmica foi utilizada para representar o crescimento da utilidade média no tempo.

A maneira de se obter a utilidade média dos recursos é subjetiva, pois parte-se de uma carteira satisfatória, aloca-se uma parcela de utilidade total a cada um dos recursos relevantes considerados e, então, para cada recurso, determina-se a utilidade de cada unidade-padrão dele. Pode-se considerar a utilidade total da carteira apenas no primeiro período ou calcular-se o seu valor médio nos D períodos do horizonte temporal, isto é:

$$(UTM) = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D (UT)_d / D, \text{ onde } d=1, 2, \dots, D$$

Aplicando qualquer um dos enfoques acima mencionados, ter-se-á uma utilidade por unidade-padrão de recurso.

Seja:

$$u'_{K,b} = (UTM)'_{K,b} / (QM)'_{K,b}, \text{ onde}$$

$u'_{K,b}$ é a utilidade por unidade-padrão do recurso pesquisador, na área K , no nível b ;

$(UTM)'_{K,b}$ é a utilidade média do recurso pesquisador, área K , nível b .

$(QM)'_{K,b}$ é a quantidade média do recurso pesquisador na área K , nível b , consumida por período pelos projetos constantes da carteira satisfatória.

O mesmo se faria para técnicos e equipamentos e ter-se-ia $u''_{K,b}$ e u_f .

Considerando-se o amortecimento desta utilidade pelo fator a_d , onde d representa o período considerado, $d=1,2,\dots,D$, tem-se:

$$U'_{K,b,d} = U'_{K,b} \times a_d, \text{ onde}$$

$U'_{K,b,d}$ é a utilidade média amortecida por unidade-padrão do recurso pesquisador, área K , nível b , no período d ;

$u''_{K,b,d}$ e $u_{f,d}$ o mesmo para técnicos e equipamentos, respectivamente.

III. 3 - As Equações de Restrição.

Devem ser consideradas as limitações de cada um dos recursos relevantes, em cada um dos períodos, em unidades-padrão do recurso.

Seja:

$P_{K,b,d}$ a disponibilidade de pesquisadores na especialidade K , nível b , no período d ;

$T_{K,b,d}$ o mesmo para técnicos;

$E_{f,d}$ a disponibilidade de equipamentos tipo f , no período d .

Todo projeto, em cada uma de suas versões, irá consumir, por período, uma quantidade de cada um dos recursos medidos em sua unidade-padrão.

Seja:

$(PKb)_{j,v,d}$ a quantidade de recurso pesquisador na especialidade K , nível b , consumido pela versão v do projeto j , no período d ;

$(TKb)_{j,v,d}$ e $(E_f)_{j,v,d}$ o mesmo para técnicos e equipamentos, respectivamente.

Além disso, tem de ser considerado o volume de cada um dos recursos a serem deixados livres por período, medidos em suas respectivas unidades-padrão.

Seja:

$(P'Kb)_d$ a quantidade de recurso pesquisador, na área K , nível b , a ser deixada livre no período d ;

$(T'Kb)_d$ e $(E'f)_d$ o mesmo para técnicos e equipamentos, respectivamente.

Seja, também, $\delta_{j,v}$ uma variável que assume o valor 1 ou 0, conforme a versão v do projeto j seja ou não selecionada.

Como as quantidades consumidas mais as deixadas livres não podem exceder a disponibilidade total por período de cada um dos recursos e como as quantidades a serem deixadas livres não podem ser negativas (pois isto implicaria assumir mais recursos do que os disponíveis), tem-se:

Para pesquisadores:

$$\sum_{j=1}^q \sum_{v=1}^v (PK,b)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (P'Kb)_d = P_{K,b,d}$$

$$\text{e } (P'Kb)_d \geq 0$$

Para técnicos:

$$\sum_{j=1}^q \sum_{v=1}^v (TKb)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (T'Kb)_d = T_{K,b,d}$$

$$\text{e } (T'Kb)_d \geq 0$$

Para equipamentos:

$$\sum_{j=1}^q \sum_{v=1}^v (Ef)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (E'f)_d = E_{f,d}$$

$$\text{e } (E'f)_d > 0$$

Para que não seja selecionada mais de uma versão do mesmo projeto, aplica-se:

$$\sum_{v=1}^v \delta_{j,v} = 1$$

III.4 - O modelo de Programação Linear Inteira

Deve-se escolher $\delta_{j,v}$ igual a zero ou 1, para $j=1,2,\dots,q$ e $v=1,2,\dots,v$. $(P'Kb)_d + (T'Kb)_d \times V_{d,K,b}$ e $(E'f)_d \times V_{d,f}$ para:

$$\text{Max } U = \sum_{j=1}^q \sum_{v=1}^v (UN)_{j,v} \times \delta_{j,v} + \sum_{d=1}^D \sum_{k=1}^q \sum_{b=1}^B (U'_{K,b,d}) \times (P'Kb)_d +$$

$$+ \sum_{d=1}^D \sum_{K=1}^q \sum_{b=1}^B (u''_{K,b,d}) \times (T'Kb)_d + \sum_{d=1}^D \sum_{f=1}^F (u'_f)_d \times (E'_f)_d$$

S.a.

$$\sum_{v=1}^v \delta_{j,v} = 1$$

$$V_{d,K,b} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{d=1}^q \sum_{v=1}^v (PKb)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (P'Kb)_d = P_{K,b,d} \\ (P'Kb)_d \geq 0 \end{array} \right.$$

$$V_{d,K,b} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{d=1}^q \sum_{v=1}^v (TKb)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (T'Kb)_d = T_{K,b,d} \\ (T'Kb)_d \geq 0 \end{array} \right.$$

$$V_{d,f} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^q \sum_{v=1}^v (E_f)_{j,v,d} \times \delta_{j,v} + (E'_f)_d = E_{f,d} \\ (E'_f)_d \geq 0 \end{array} \right.$$

$$\delta_{j,v} = (0,1) \quad \forall_{j,v}$$

III.5 - O Tratamento dos Fatores Relevantes do Processo de P&D

O presente trabalho não se restringirá, aqui, apenas ao tratamento dado no modelo, adotará, também, o ponto de vista do sistema.

O modelo foi construído visando a uma organização específica; daí, os recursos considerados como restrição e a utilidade a ser maximizada terem sido aqueles realmente relevantes para a organização.

Os dados requeridos pelo modelo são de obtenção relativamente fácil, pois baseiam-se na experiência e no conhecimento dos administradores e dos pesquisadores, sendo transformados, em informações quantitativas, através do método de reuniões para consenso ou do Delphi. O próprio tratamento da incerteza presente, por meio de estimativa da probabilidade de sucesso técnico de cada projeto, é feito pelo mesmo processo Delphi. A confiança depositada nessas informações repousa sobre o conhecimento e a experiência dos avaliadores e na crença quanto à validade das técnicas usadas. Além disso, quando se realizarem os testes para validar o modelo, procurar-se-á determinar o seu grau de consistência em relação às variações admissíveis, nos parâmetros de decisão, obtendo-se, então, o seu grau de confiabilidade. Essa foi a maneira adotada para a inclusão dos aspectos qualitativos e quantitativos no modelo aqui exposto.

As inter-relações entre objetivos são levadas em conta quando se utiliza a "Cross Support Matrix". São consideradas, também, as várias versões possíveis a cada projeto, representando intensidades diferentes de esforço a ser empregado e/ou soluções alternativas para um mesmo problema.

A decisão quanto ao tempo oportuno para a tomada de decisão sobre a reavaliação da carteira será função do próprio desenvolvimento dos projetos, da taxa de mudança no meio ambiente e da capacidade de resposta da organização.

O sistema prevê, também, as avaliações individuais das propostas de projeto, antes de sua entrada no modelo, de forma a minimizar o número daquelas que serão a ele levadas para avaliação e seleção final da carteira.

IV - EXTENSÕES AO MODELO

Outras equações podem ser incluídas no modelo para se lidar com o problema de projetos obrigatórios e/ou complementares, para possibilitar a transferência de um tipo de recurso, dentro de uma mesma área, de um nível superior para um inferior, até um limite estipulado, e para levar em conta a disponibilidade de caixa da instituição, por período.

V - LIMITAÇÕES DO MODELO

Embora se tenha procurado incluir, na construção do modelo e na do sistema do qual é parte, os aspectos importantes do processo de P&D, alguns ainda permaneceram excluídos ou foram tratados de uma forma que pode dar margem a alguma crítica. Então, torna-se conveniente expor esses aspectos, para que se enquadre o modelo dentro de suas reais potencialidades.

No que diz respeito ao espectro total das atividades de P&D, o presente modelo apenas se destina a avaliar e selecionar projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento. Para os projetos de pesquisa básica, recomenda-se que seja alocada aos pesquisadores mais capazes e criativos da organização uma quantidade de recursos para que eles perfaçam as pesquisas que julgarem mais adequadas para alargar o conhecimento sobre os fenômenos naturais. As previsões tecnológicas poderão ser um guia adequado para direcionar essas pesquisas, no sentido de prover de suporte básico as atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento. Além do mais, as atividades de pesquisa básica são as menos consumidoras de recursos, o que torna essa limitação pouco relevante.

O problema das decisões seqüenciais em P&D foi abordado apenas em parte. Tratou-se das avaliações preliminares antes da entrada dos projetos no modelo, mas não foram considerados os cursos alternativos de um projeto uma vez iniciado e, assim, assumiu-se, implicitamente, que uma vez iniciado ele será conduzido até o fim, só havendo possibilidade de sua descontinuação onde se incluir um outro caminho alternativo em sua seqüência, o modelo for novamente utilizado para a reavaliação da carteira.

Não foram consideradas as inter-relações entre projetos. Sabemos que o sucesso ou fracasso de um projeto pode afetar os outros, pois seus resultados parciais ou finais poderão afetar a probabilidade de sucesso dos outros projetos a ele relacionados. Além disso, o próprio consumo de recursos é atingido quando são consideradas as inter-relações presentes. Este problema será tratado quan

do se incluírem os projetos complementares na formulação das equações de restrição, mas quanto ao primeiro aspecto aqui levantado, sua inclusão iria levar a equações não-lineares, tornando sua construção e resolução mais complexas.

Finalmente, existe o custo de resolução em computador do problema de Programação Linear Inteira. Sabemos que, apesar de já existir um programa feito para tal fim, o custo da resolução desses modelos cresce com o número de equações e variáveis envolvidas. Pode-se utilizar, ao invés de um problema de Programação Linear Inteira, Programação Linear, apenas, fazendo a variável $\delta_{j,v}$ assumir valores entre 0 e 1. Este tipo de problema conduz a custos bem menores, mas apresenta o inconveniente de, em sua solução final, aparecerem projetos com versões parcialmente escolhidas, cuja soma será, obviamente igual a 1. Como são poucos estes casos e o modelo ser usado apenas como um fornecedor de informações para decisão e não como o tomador de decisões, tarefa que felizmente permanece na mão do homem, esta solução poderá ser adotada. No Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ encontra-se implantado o programa TEMPO, no computador Burroughs 6700, que permite a resolução de problemas de PL (simples, inteiras ou mistas).

VI - CONCLUSÕES

Neste artigo, foi apresentado um modelo para avaliação e seleção de projetos de P&D, como parte integrante de um sistema que o supre de insumos e se utiliza do retorno de informações geradas.

Foi ressaltada a importância do conhecimento do meio ambiente externo, das suas necessidades presentes e futuras, da taxa de mudanças, assim como do meio ambiente interno da organização, das suas aspirações e potencialidades, da sua capacidade de respostas às mudanças e da necessidade do constante monitoramento desses dois meios.

Ficou patente a importância que tem a geração de boas idéias, que irão transformar-se em propostas de projetos, pois só se pode pensar em escolher uma boa carteira se existem à disposição bons projetos, para que, dentre eles, se escolha aqueles que irão maximizar, como um todo, a utilidade da carteira para a organização. Aos administradores de P&D cabe a responsabilidade de selecionar o pessoal capacitado e criativo e de manter o clima adequado à criatividade, a fim de que boas propostas possam surgir em resposta às necessidades detectadas e previstas no meio em que a organização opera.

Uma observação final se torna necessária ao concluir-se o presente artigo. O modelo aqui apresentado se propõe a fornecer aos administradores de P&D da organização melhores informações para a tomada de decisões e não tomar decisões por eles. A responsabilidade e a capacidade para transformar informação em decisões continua, felizmente, nas mãos dos homens. O sistema como um todo irá possibilitar o direcionamento dos esforços na coleta de dados relevantes, e o modelo em si irá possibilitar que as decisões tomadas pelos administradores tenham uma base mais consistente.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ASHER, D.T. A Linear programming model for the allocation of P&D efforts. IEEE Transactions Engineering Management. New York, IEEE, Engineering Management Group, EM-9 (4) Dec. 1962.
2. BAKER, N.R. P. & D. project selection models; an assessment. IEEE Transactions Engineering Management, New York, IEEE, Engineering Management Society, EM-21 (4): 165-71, Nov. 1974.
3. BAKER, N.R. & POUND W. H. R&D project selection; were we stand. IEEE Transactions Engineering Management, New York, IEEE. Engineering Management Group, EM-11 (4): 124-34, Dec. 1964.
4. BEATTIE, C.J. & READER, R.D. Projection selection. In: Quantitative management in R. & D. London, Chapman & Hall, 1971. chap. 5. p.86-133.
5. BURROUGHS. Large system tempo. Mathematical programming system TEMPO/INTEGER B6700/7700 Tin. Detroit, s.d.
6. CETRON, M.J. et alii. Survey of quantitative methods. Apêndice A. In: Technical resource management quantitative methods, Cambridge, M.I.T. Press, 1969. p. 183-95.
7. . Braille, Apêndice B. In: Technical resource management quantitative methods, Cambridge, M.I.T. Press, 1969.
8. CETRON, M.J. & BARTOCHA, Bodo. The Methodology of technology assessment. New York, Gordon & Breach Science Publishers, 1972. 235p.

9. CHURCHMAN, C.W.; ACKOFF, R.L.; ARNOFF, E.L. Introduction to operations research, New York, John Wiley & Sons, 1964.
10. CLARKE, Thomas E. Decision making in technologically based organizations: a literature survey of present practice. IEEE Transactions Engineering Management, New York, IEEE, Engineering Management Society, EM-21 (1):9-23, Feb. 1974.
11. DALKEY, N; BROWN, B.; COCHRAN, S. La Prévision à long terme par la méthode DELPHI. Paris, Dunod, 1972. 209p.
12. GEAR, A.E. Analysis of some portfolio selection for R. & D. IEEE Transactions Engineering Management, New York, IEEE, Engineering Management Group, EM-18 (2): 66-76, Jun. 1971
13. JACKSON, Thomas W. & SPURLOCK, Jack M. Research and development management. Homewood, Dow Jones-Irwin, 1966. 232p.
14. SIEGEL, S. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-Hill, 1956.
15. TAHA, Handy A. Integer programming; theory applications and computation. New York, Academic Press, 380p.
16. TUAKLY, D. The Decision making process in the evaluation and selection of R&D projects. London, College of Science and Technology, 1976. (Tese de M.Sc., defendida em University of London, 1976).
17. TWISS, Brian C. Financial evaluation of research development projects. In: Managing technological innovation, London, Longman, 1974. Chap.6. p. 148-76.
18. UTTERBACK, James M. The Process of innovation: a study of the origination and development of ideas for new scientific instruments. IEEE Transactions Engineerins Management, New York, IEEE, Engineering Management Group, EM-18 (4): 124-31, Nov. 1971.

19. WINKLER, R. L. The Consensus of subjective probability distributions. Management Science, Providence, Institute Management Sciences, 15 (2): B-61-75, Oct. 1968.