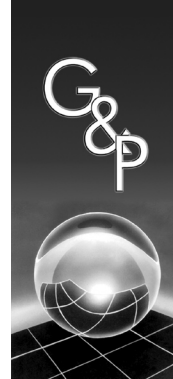


Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico

Portfolio of projects: case study of selection and balancing

Marisa Padovani¹
Marly Monteiro de Carvalho¹
Antonio Rafael Namur Muscat¹



Resumo: Escolher dentre dezenas ou centenas de alternativas, aquelas que deverão compor o portfólio de projetos de uma organização e com qual prioridade, é um problema de decisão multicritério complexo. Este trabalho teve como foco duas etapas críticas da gestão de portfólio: a seleção de projetos e a alocação de recursos. A abordagem metodológica utilizada foi a pesquisa-ação, partindo-se de uma estrutura teórico-conceitual que integra os métodos AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e programação inteira em um modelo híbrido. A pesquisa de campo foi desenvolvida em uma empresa do setor químico, escolhida como unidade de análise, na qual foi implementado o modelo híbrido, de tal forma que os diferentes cenários propostos fossem comparados com o cenário real da organização estudada. Pretendeu-se avaliar a importância e utilidade desse modelo no auxílio à tomada de decisões relacionadas à seleção, priorização e alocação de recursos em projetos. Como principal resultado obtido, verificou-se que o uso do modelo contribuiu para o alinhamento estratégico, melhora a troca de informações entre os tomadores de decisão da empresa; possibilita a simulação de cenários estratégicos em tempo real e a verificação do impacto na carteira de projetos em execução; prioriza os projetos de forma justificável e estruturada; e permite a alocação de recursos baseada em prioridades.

Palavras-chave: Gestão de portfólio de projetos. Seleção e priorização de projetos. Balanceamento do portfólio de projetos. Sistemas de apoio à decisão. AHP.

Abstract: Among dozens or hundreds of alternatives, choosing those which should make up the projects portfolio of an organization and which priority level is a complex multi-criteria decision matter. This work aims to apply a management model of projects portfolio, using the AHP (*Analytic Hierarchy Process*) method and an integrated integer program. Another purpose is to validate and evaluate the importance and use of the model to help the decision-making related to the selection, prioritization and balance of projects. Thus, such a model was applied to select and prioritize the projects of a company in the chemical sector, chosen as the unit of analysis. The different scenarios obtained from the decision-making model proposed were compared to the real scenario of the company. Since the author interacted in the company's decision-making not just as an observer, to carry out the study the research-action method was chosen, since it is the most suitable for the case. It could be noticed that the use of the model contributed first, to the strategic alignment of the projects, enabling the exchange of knowledge between the company representatives; secondly, it allows the simulation of strategic scenarios in real time, as well as verifying the impact of the projects portfolio; thirdly, it prioritizes the projects in a justifiable and structural manner through an established mathematical model; finally, it enables to allocate the resources based on priorities.

Keywords: Portfolio's management. Selection and prioritization of projects. Decision-making systems. Portfolio's project balance. AHP.

1 Introdução

Com a aceleração da globalização dos mercados ocorrida na última década, a concorrência se intensificou no cenário mundial e mais fortemente no âmbito nacional. Para sobreviver, as organizações passaram a estudar alternativas para reduzir seus custos e aumentar a competitividade e por isso,

estão gastando mais tempo em projetos e menos em atividades de rotina (ELTON; ROE, 1998).

Para tratar do problema da gestão do portfólio de projetos e de projetos individuais, uma vasta literatura propõe técnicas de classificação, seleção e priorização, de modo lógico e que facilite a

¹ Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP, Av. Prof. Almeida Prado, 531, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo – SP, Brasil, E-mails: marisa.padovani@poli.usp.br; marly.carvalho@poli.usp.br; armuscat@usp.br

Recebido em 7/9/2010 — Aceito em 25/1/2010

Suporte financeiro: Agradecemos ao CNPq e a CAPES pelos suporte ao projeto.

decisão sobre quais projetos comporão a carteira das organizações e como acompanhar sua evolução no tempo de forma a trazer maior retorno (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. 1997, 1998, 1999, 2001; GOLDRATT, 1998; GREINER; FOWLER, 2003; JOLLY, 2003; ROUSSEL et al., 1991; SAATY, 1991, 1999). Entretanto, existe uma lacuna na literatura no que se refere à aplicação dessas técnicas na gestão de projetos de investimento das organizações de capital intensivo nacionais, especialmente no setor químico e petroquímico. Para suportar tal afirmação, foram consultadas as bases de dados *ISI Web of Science*, *Scielo* e teses e dissertações. Como resultado da pesquisa no *ISI Web of Science*, utilizando-se como palavras-chave *AHP and project*, para o tipo de documento Artigo e áreas de interesse *Engineering*, *Operations and Research & Management Science*, *Business and Economics and Computer Science*, foram encontrados 93 trabalhos para resolver problemas de decisão em diferentes áreas, especialmente, construção civil, tecnologia da informação e setor bancário. Refinando-se a pesquisa, acrescentando-se portfólio à palavra-chave, aparecem 6 artigos, mas nenhum do setor químico. Na base *Scielo*, em que se encontram periódicos relevantes para a área de Engenharia de Produção no País, são raros os artigos de portfólio, que totalizam 7 artigos, sendo 4 na Gestão e Produção, 3 na Produção e 1 na Pesquisa Operacional. Destes, apenas 4 são artigos de portfólio de projetos e nenhum deles com foco na indústria química. Hsuan e Hansen, (2007) e Miguel (2008) tratam de portfólio no desenvolvimento de produtos, Moraes e Laurindo (2003), de portfólio de projetos de Tecnologia da Informação (TI) e Rabechini Junior et al. (2005) focam em empresas prestadoras de serviço de interconexão eletrônica.

Assim, visando contribuir com o conhecimento dos processos de decisão em portfólio de projetos na área química, especialmente no que se refere às práticas de seleção e priorização de projetos, este trabalho propõe examinar a aplicação de um método híbrido baseado no AHP e na programação inteira. O método híbrido é aplicado em uma empresa nacional, de capital intensivo do setor químico e petroquímico, de maneira que aspectos quantitativos (como, retorno sobre o investimento, produtividade, cumprimento de prazos e orçamentos) e qualitativos (riscos ambientais, satisfação do cliente, aspectos de segurança, interesses da comunidade ou questões políticas, etc.) estejam presentes.

2 Objetivos da pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivos gerais compreender o problema da seleção e priorização de projetos e alocar recursos em ambientes em que

concorram muitos projetos de categorias distintas, pela aplicação e verificação do método proposto nas tomadas de decisões da área de projetos da empresa escolhida como unidade de análise. Além disso, pretende-se estudar o grau de alinhamento estratégico dos projetos com o negócio; que permita despertar o espírito crítico relacionado ao processo decisório e à gestão de portfólio de projetos. O objetivo específico da pesquisa é definir o melhor conjunto de projetos para a organização, considerando-se que exista restrição de recursos do orçamento anual de investimentos e tais recursos devem ser aplicados de forma balanceada na organização, considerando-se as categorias de projetos e as diferentes unidades industriais. O foco deste estudo se concentra no nível de planejamento estratégico da organização. Neste nível, são tomadas decisões para gestão da capacidade de produção, visando garantir o crescimento da companhia à longo prazo e manter a continuidade e excelência de suas operações à curto prazo.

3 Fundamentos teóricos

O processo de gestão de portfólio de projetos envolve diferentes etapas de decisão, para que projetos que agreguem valor às organizações sejam selecionados e priorizados. Neste sentido, o prêmio Nobel de Economia em 1978, Simon (1960), afirma que o processo de tomada de decisão é sinônimo de prática de gestão e envolve questões básicas sobre o que deve ser feito, quando, como, onde e por quem. Outras funções gerenciais como organizar, implementar e controlar, estão correlacionadas fortemente com a tomada de decisão.

Com o objetivo de melhorar a qualidade da tomada de decisões, diversos estudos têm sido desenvolvidos na área de processo decisório. São exemplos desses estudos os trabalhos de HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. (1998), que trata das armadilhas no processo de decisão e como evitá-las; os trabalhos de Nutt (1992), Garvin (2001) e Kaufmann (1975), que abordam as questões políticas e os jogos de poder existentes no processo de tomada de decisão; Samson (1980), Clemen (1991) e Garber (2002), que descrevem os passos do processo de tomada de decisões e Saaty (1991), que propõe o uso do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) como ferramenta para a tomada de decisão na seleção e priorização de projetos de um portfólio.

Outros estudos tratam a questão do alinhamento entre a tomada de decisões nas organizações e sua estratégia. Segundo estes trabalhos, os gestores de uma organização devem conhecer sua estratégia, quais as formas que ela utiliza para competir, quem são seus *stakeholders*, saber identificar possíveis *trade-offs* e quais são suas competências essenciais (LUEHRMAN, 1998; CARVALHO;

LAURINDO, 2003; BOLDWIJN; KUMPE, 1990; PRAHALAD; HAMEL, 1990; BANERJEE, 2003; SLACK, 1993 e 1998).

No que se refere à implementação da gestão de portfólio, Brown e Eisenhardt (1998) e Eisenhardt e Brown (2000) afirmam que a tomada de decisões não é uma tarefa trivial; pois engloba incertezas de mercado e tecnológicas; negociação por recursos quase sempre escassos entre diferentes áreas da companhia e constantes mudanças devido à turbulência do mercado. Além disso, dificuldades decorrentes da natureza dinâmica da gestão de portfólio constituem-se num processo contínuo que demanda engajamento no processo de tomada de decisão, com fluxo bem definido e pontos de verificação pré-estabelecidos.

Neste trabalho, é utilizado o conceito de gestão de portfólio proposto por Cooper, Edgett, Kleinschmidt (1999):

Um processo de decisão dinâmico, por meio do qual uma lista com os projetos é constantemente atualizada e revisada. Neste processo, novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados; projetos existentes podem ser acelerados, eliminados ou ter sua prioridade reduzida, sendo os recursos alocados e realocados para os projetos ativos. O processo de decisão do portfólio é caracterizado pela incerteza e mudanças das informações, oportunidades dinâmicas, múltiplas metas e considerações estratégicas, interdependência entre projetos e múltiplas tomadas de decisões e locais.

Para estes autores, gestão de portfólio é a manifestação da estratégia do negócio, que estabelece onde e como o investimento será feito no futuro.

Archer e Ghasemzadeh (1999) analisaram vários métodos de gestão de portfólio e concluíram que os mais apropriados pressupõem atividade de seleção periódica das propostas de projetos disponíveis e reavaliação dos projetos existentes e em fase de execução, possibilitando o atendimento aos objetivos estratégicos da empresa, sem exceder recursos disponíveis ou violar outras restrições do negócio, atendendo aos requisitos mínimos da organização, tais como: lucratividade potencial, aceitabilidade potencial, montante de investimentos e outros. Estes autores observam que a gestão de portfólio é uma atividade muito importante na rotina das organizações. Entretanto, há muitas técnicas, algumas das quais divergentes e outras não aplicáveis devido à sua complexidade. Para contribuir com a simplificação dos processos de gestão de portfólio, os autores consideram o uso de um modelo integrado para a seleção do portfólio de projetos, em que há uma fase de seleção dos projetos, uma fase de ajuste e uma fase de otimização, sendo, esta última fase, assistida por um modelo de Programação Linear. No estágio de seleção do portfólio, são recomendadas as técnicas AHP, Q-Sort ou comparação por pares (*pairwise comparison*).

Cooper, Edgett, Kleinschmidt (1999) estudaram o processo de gestão do portfólio de projetos e sua implementação em diferentes empresas e encontraram uma gama dos mais diversos métodos, como listado a seguir: métodos financeiros (77,3%); métodos de estratégia do negócio (64,8%); diagramas de bolhas (40,6%); *scoring models* (37,9%); e *checklists* (20,9%). Como este levantamento sugere, as empresas utilizam múltiplos métodos de gestão de portfólio, sendo os métodos financeiros os mais utilizados (COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E., 2001). Desta forma, a empresa deve ser capaz de escolher o melhor conjunto de métodos disponíveis para sua gestão de portfólio (MCFARLAN, 1981).

Adner e Levinthal (2001); Roussel, Saad, Erickson (1991); Cooper, Edgett, Kleinschmidt (1997, 1998, 1999, 2001); Tritle, Scriven, Fusfeld (2000); Wheelwright; Clark (1992); Archer e Ghasemzadeh (1999) destacam a importância de se conseguir um equilíbrio entre os projetos do portfólio em vários aspectos tais como: balanceamento entre projetos revolucionários e incrementais; balanceamento entre inovação de produto e inovação de processo; balanceamento entre risco e oportunidade; e balanceamento entre curto prazo e longo prazo.

Greiner e Fowler (2003) apresentam uma aplicação de um modelo semelhante ao proposto por Archer e Ghasemzadeh (1999) para o monitoramento e seleção de projetos para o Departamento de Defesa Norte-Americano, pertencente à força área daquele país. Na fase de otimização, Greiner e Fowler (2003) utilizaram a Programação Inteira combinada com diferentes heurísticas. Os autores concluíram que houve melhoria substancial no valor do portfólio, que a definição da hierarquia e comparação entre critérios no método AHP é rápida e que a técnica é útil em ambientes que exijam avaliações de aspectos qualitativos e quantitativos.

O processo de análise hierárquica é uma técnica de análise de decisão desenvolvida por Saaty em 1970 para resolver problemas de decisão multicritério, nos quais o tomador de decisão deve fazer uma escolha entre várias alternativas. O método tem como objetivo simular a maneira como as pessoas pensam. O AHP é uma ferramenta que auxilia a priorização e a decisão no caso em que há presença de fatores qualitativos e quantitativos. Este método permite análise e síntese de problemas complexos, justificando decisões e avaliações complicadas e tornando possível examinar os elementos ou partes de um problema de forma isolada (FORMAN; SELLY, 2001). Cada elemento é comparado com outro, sempre segundo um dos critérios, aos pares. Greiner e Fowler (2003) apresentam como passos para o desenvolvimento do método: 1) Definir o problema; 2) Definir o objetivo; 3) Listar as alternativas de solução e critérios (e/ou subcritérios) pelos quais as alternativas de solução

serão avaliadas; 4) Organizar as definições anteriores em uma hierarquia na qual o primeiro nível é o objetivo, o segundo é composto pelos critérios que podem ser subdivididos nos níveis subsequentes, sendo o último nível destinado às alternativas; 5) Comparar cada elemento do mesmo nível entre si tendo em vista o nível superior; 6) Determinar os vetores de priorização de cada nível e obter do vetor de priorização as alternativas de solução. Este vetor indicará qual alternativa é a melhor.

Greiner e Fowler (2003) destacam que a utilização do AHP sozinho não permite analisar o portfólio de projetos em relação às restrições de recursos. Portanto, o vetor de priorização das alternativas de solução obtido com o AHP funciona como entrada para a seleção de projetos (Pi na formulação abaixo). Os parâmetros do vetor achado pelo AHP servem para dar a importância/valor de cada projeto na formulação matemática. Assim, o objetivo da programação inteira é de maximizar o valor da carteira, respeitando sempre a restrição. A formulação proposta no artigo é apresentada na Equação 1.

Resultado do AHP

$$\begin{array}{ll} \text{MAX} & V = \sum_{i \in N} P_i * X_i \\ \text{Restrição} & \sum_{i \in N} C_i * X_i \leq B \\ & X_i \in \{0,1\} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Orçamento} \\ (1) \end{array}$$

Variável de decisão : igual a 1 se o projeto for escolhido e 0 caso contrário.

Este trabalho foca as etapas de seleção e alocação de recursos, no contexto da Gestão de Portfólio de Projetos, cuja estrutura teórico-conceitual é baseada nos artigos de Archer e Ghasemzadeh (1999) e Greiner e Fowler (2003), conforme detalhado nas seções seguintes deste artigo.

4 Metodologia

Como o tema de Gestão de Portfólio em Projetos é ainda emergente em empresas brasileiras, optou-se pela abordagem metodológica da pesquisa-ação, que foi desenvolvida em uma empresa do setor químico e petroquímico nacional.

A pesquisa-ação é

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual, pesquisadores e participantes, representativos da situação ou do problema, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2004).

Segundo Bryman (1989), para realizar a pesquisa-ação, o investigador precisa envolver-se diretamente com a organização estudada, o que a diferencia do método de estudo de caso.

São objetivos da pesquisa-ação contribuir para o melhor equacionamento possível do problema central na pesquisa e obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos, aumentando nosso conhecimento de determinadas situações, permitindo generalizações.

Este trabalho foi iniciado em 2005, seguindo o ciclo de vida da pesquisa-ação proposto por Coughlan e Coughlan (2002). A Figura 1 apresenta uma síntese da abordagem metodológica adotada na presente pesquisa, mesclando o quadro teórico apresentado na seção 3 deste artigo, em especial as contribuições de Archer e Ghasemzadeh (1999) e de Greiner e Fowler (2003), e o ciclo da metodologia de pesquisa-ação.

O primeiro passo do trabalho foi a realização de uma pesquisa bibliográfica preliminar, sobre os temas: gestão de portfólio de projetos, princípios da análise de decisão, estratégia e tomada de decisões, com o objetivo de conhecer os principais problemas de decisão na área de gestão de portfólio, quais as tratativas que têm sido dadas a tais problemas e qual a relação entre estratégia nas organizações e a gestão de portfólio de projetos. A avaliação dessa bibliografia tornou possível a delimitação do problema a ser estudado. Com o avanço do trabalho, a revisão bibliográfica foi complementada com textos sobre teoria dos *stakeholders* e dos *trade-offs*, pois se percebeu que o processo de tomada de decisão é influenciado pelos *stakeholders*, que fazem parte do processo decisório em cada etapa do ciclo de vida da organização e que tais decisões envolvem *trade-offs*, que precisam ser conhecidos e avaliados para que a decisão tomada seja a mais adequada.

Na organização selecionada para a pesquisa de campo, duas fontes de pesquisas principais foram utilizadas para a coleta de dados: consulta aos bancos de dados de sistemas de gestão de projetos e investimentos da organização e consulta a documentos da empresa. Cerca de 1000 projetos realizados no período de 2001 a 2005 foram analisados.

Os dados coletados foram utilizados para se fazer a caracterização do portfólio de projetos da empresa. Como complemento à análise dos dados coletados, foram realizadas entrevistas com os gestores de projetos das áreas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de projetos de engenharia, pessoas-chave no processo de gestão do portfólio da organização. Nestas entrevistas, foram utilizados como ferramentas de apoio questionários não estruturados e reuniões de *brainstorming*. Na sequência, foi realizado um diagnóstico do gerenciamento de portfólio da organização objeto de análise, de modo a se obter uma fotografia da situação atual e analisou-se o referido

processo, confrontando-o com o processo proposto por Archer e Ghasemzadeh (1999), identificando-se lacunas entre a teoria e prática. Como último passo da pesquisa, foi aplicado um modelo que utiliza os métodos AHP e Programação Inteira integrados para a seleção e priorização dos projetos da empresa. Também foram empregadas algumas heurísticas para agregar as restrições ao modelo. Os principais resultados do diagnóstico realizado foram apresentados em Padovani, Carvalho, Muscat (2006).

São foco deste estudo as etapas finais do ciclo de pesquisa-ação, apresentadas na Figura 1, que correspondem ao planejamento da ação, à implementação e à avaliação dos resultados em que foram realizadas as atividades de aplicação do método híbrido.

A utilização de fontes diferentes de informações via bancos de dados, reuniões de grupo e entrevistas individuais tornaram as informações confiáveis e permitiram a validação do método aplicado, estando de acordo com as recomendações de Thiollent (2004).

5 A pesquisa de campo: caracterização e diagnóstico dos projetos

A empresa alvo deste estudo, denominada doravante de “Alfa” é nacional, privada e de capital intensivo, pertencente aos segmentos químico e petroquímico, com sede em São Paulo. Trata-se de uma empresa de grande porte, com atuação no mercado interno e externo, dispondo de 7 unidades industriais no

Brasil e 3 no exterior. Seu faturamento total supera 1,5 bilhões de reais/ano, sendo alocados em pesquisa e desenvolvimento cerca de 2% de sua receita anual. Do total de aproximadamente 1200 funcionários no Brasil, 12% pertencem às áreas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e engenharia (Projetos). Além das unidades industriais, a empresa dispõe de um moderno centro de pesquisas.

Anualmente, pouco antes do período orçamentário, a empresa Alfa realiza com seus executivos reuniões para elaboração de seu “Plano Estratégico”, documento que descreve a visão do mercado, linhas de produtos e processos que serão necessários no horizonte dos 3 anos subsequentes. Encerrada a fase de planejamento estratégico, cada área, baseada no “Plano Estratégico”, elabora seus planos de ação e respectivos orçamentos para o próximo ano. As propostas de investimento e despesas são encaminhadas para a diretoria que as analisa e aprova ou rejeita, segundo critérios pré-estabelecidos pela direção da organização.

São várias as entradas de novos projetos candidatos a compor o portfólio da organização em estudo: 1) Vendas, que durante as visitas periódicas aos clientes identifica seus anseios e necessidades; 2) Clientes-chave, que semanas antes do início do período de planejamento estratégico são convidados a visitar a organização e fazer apresentações sobre seus novos negócios, perspectivas do mercado em que atuam e projeções de vendas ligadas às linhas de produtos fornecidas pela empresa Alfa; 3) Marketing, por meio de pesquisas de mercado bienais; e 4) Área de novos negócios, pelo estudo de patentes e tecnologias

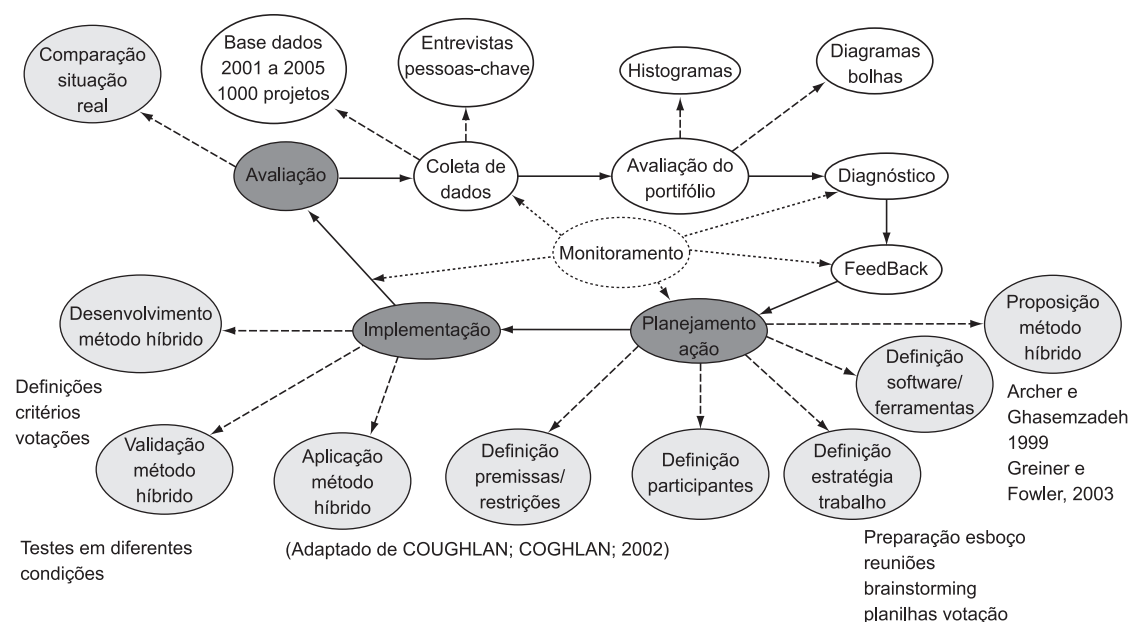


Figura 1. Ciclos de Pesquisa-Ação para a pesquisa de campo.

ou possíveis aquisições. Essas demandas acabam gerando necessidades de adequação das instalações, se desdobrando em solicitações de atendimento a requisitos de aumento de capacidade, construção de novas instalações, adequação a demandas ambientais, de segurança, infraestrutura de TI e manutenção industrial, que compõem o portfólio de projetos da organização.

Tais projetos são classificados da seguinte forma: Projetos com investimento e Projetos sem investimento. No primeiro caso, com investimento, os projetos têm subclassificações por natureza do investimento (estratégicos ou operacionais), tipo (aquisições, substituição/repares e construção de novas instalações) e característica (aumento de capacidade, novos produtos, administrativos, redução de custos, controle ambiental, segurança, informática, qualidade, fim de vida útil e modernização). No segundo caso, sem investimento, os projetos podem ser de P&D, divididos por tipo de atividade (projetos de produtos, serviços técnicos e assistência técnica), complexidade (tipo I a IV, especial e catalisadores) e negócio/segmento (intermediários de síntese, tensoativos, solventes e outros produtos de *performance*) ou se tratar de estudos de outras áreas.

A empresa Alfa utiliza critérios de seleção de projetos conforme proposto por McFarlan (1981) quanto ao tamanho e conhecimento da tecnologia, sendo grande parte relacionada com oportunidades de otimização e transferência de tecnologia, a maioria de baixo risco. Parte significativa do portfólio de pesquisa, desenvolvimento e engenharia (PD&E) concentrava-se em mercados nos quais a empresa tinha baixa capacidade de competir ou em negócios em que não valia a pena investir.

Considerando-se o período de coleta de dados adotado na pesquisa, observou-se que a gestão e a seleção dos projetos de PD&E, projetos sem investimento, apresentavam enfoque estratégico inadequado, faltavam diretrizes claras e a demanda por serviços técnicos e por projetos não tinha foco, nem controle. Essa situação gerava perturbações na etapa de implantação de projetos, sendo uma das causas do grande número de projetos de engenharia e de constantes mudanças de escopo. O fato da empresa não ter uma estratégia clara de desenvolvimento acabava por influenciar suas decisões quanto ao grau de especialização necessário, política de canal, qualidade de produto, liderança tecnológica e integração vertical. Para resolver o problema de falta de foco, Prahalad e Hamel (1990) sugerem que as organizações criem um comitê de gerentes de alto escalão para identificar, cultivar e monitorar o desenvolvimento de produtos e competências essenciais à organização. As ações propostas pela literatura não foram observadas na empresa Alfa durante a etapa de coleta de dados deste trabalho.

Por outro lado, a gestão dos projetos selecionados com investimento aprovado era feita por dois critérios básicos: o financeiro e o estratégico, confirmando as observações de Cooper, Edgett, Kleinschmidt (2001) de que as empresas utilizam múltiplos métodos, sendo o financeiro o mais empregado. Neste caso, observou-se, para os dados coletados, a ausência de regras de priorização para os projetos do portfólio; tendo, como consequência, frequentes alterações de escopo, atrasos no cronograma, estouros de orçamentos e problemas de qualidade pós-implantação. Todos esses problemas são citados pela literatura por McFarlan (1991), Elton e Roe (1998) e Goldratt (1998), entre outros e foram constatados na prática.

6 Método híbrido para seleção de projetos e alocação de recursos

Considerando-se os resultados da etapa de caracterização e diagnóstico do portfólio estudado, propôs-se a aplicação e validação de um modelo de gestão de portfólio de projetos para a empresa Alfa com o intuito de verificar sua adequação, utilidade e eficácia, permitindo a redução do número de projetos com e sem investimentos aprovados com consequente redução na complexidade da gestão do portfólio. Assim, a tomada de decisão passaria a ocorrer de maneira estruturada, segundo critérios lógicos, pré-estabelecidos, e permitindo, ainda, o atendimento aos anseios dos *stakeholders* da organização nas diferentes fases do seu ciclo de vida. O modelo deveria, também, permitir a obtenção de um portfólio de projetos alinhado com a estratégia da empresa e balanceado quanto aos aspectos de maturidade da tecnologia, grau de inovação e perfil de investimentos, conforme recomendação da literatura acadêmica consultada.

Como ferramenta para auxiliar a organização a selecionar seus projetos de acordo com sua estratégia, propôs-se neste trabalho adaptar os modelos sugeridos por Archer e Ghasemzadeh (1999) e Greiner e Fowler (2003). Para que isso fosse possível, foram fundamentais as etapas de definição dos critérios de seleção de projetos pela organização e a identificação das restrições, para que fossem incorporadas ao modelo, permitindo a simulação de cenários. Também foi introduzido no modelo um comitê executivo, conforme proposto por Prahalad e Hamel (1990), com a função de tomar as decisões no filtro inicial de pré-seleção dos projetos e a Diretoria da Organização com a função de tomar as decisões no filtro dos projetos que necessitam de investimentos.

A Figura 2 apresenta o modelo estrutural para a seleção e priorização de projetos, adotado neste trabalho. Existem dois marcos para análise do portfólio: um pré-filtro inicial, para selecionar as ideias tecnicamente viáveis, de acordo com critérios

previamente definidos pela equipe de gestores que participou das reuniões de elaboração deste trabalho; e um segundo filtro, na etapa de aprovação de investimentos, para avaliar, segundo os critérios financeiros e objetivos estratégicos da organização, se tais projetos são viáveis e se é recomendado investir. Após o segundo filtro, o modelo apresentado na Figura 2 utiliza um otimizador no qual são aplicadas restrições aos projetos para permitir que a empresa escolha o melhor portfólio de projetos, do ponto de vista da utilização do orçamento aprovado.

Ao iniciar a atividade de desenhar a hierarquia de projetos utilizando o método AHP, observou-se que não era possível estabelecer critérios únicos para todos os tipos de projetos existentes, segundo a classificação adotada pela organização estudada, que era dúbia e induzia ao erro, principalmente ao definir o que era fim de vida útil, modernização, aumento de capacidade ou redução de custos (seção 5). Como o método AHP pressupõe a comparação por pares entre critérios, subcritérios e projetos, era fundamental organizar os projetos de tal forma que eles pudessem ser comparados. Por isso foi necessária reclassificação dos projetos segundo a similaridade dos critérios de decisão utilizados, o nível

estratégico dos tomadores de decisão envolvidos em cada categoria de projetos e as unidades de negócio envolvidas. A reclassificação dos projetos também permitiu a identificação de distorções existentes na primeira análise. A necessidade de reclassificação dos projetos confirma as observações de McFarlan (1981) de que é necessário classificar os projetos de modo que seja possível diferenciá-los e compará-los com projetos similares.

O Quadro 1 apresenta o relacionamento entre a classificação de projetos com investimento aprovado adotada pela organização e a nova classificação proposta.

Uma vez concluída a fase de reclassificação e análise dos projetos da organização, foi realizada uma atividade de *feedback*, com apresentação da nova classificação para os gestores da empresa, bem como as novas conclusões dela decorrentes, conforme previsto no ciclo de pesquisa-ação mostrado na Figura 1.

A partir deste ponto, o trabalho retornou à etapa de aplicação/validação do modelo híbrido, denominada, parametrização do *software*. O *software* escolhido para a realização deste trabalho foi o *Decision Lens* versão 1.6.16, desenvolvido pelo Dr. Thomas Saaty da *Wharton School of Business*.

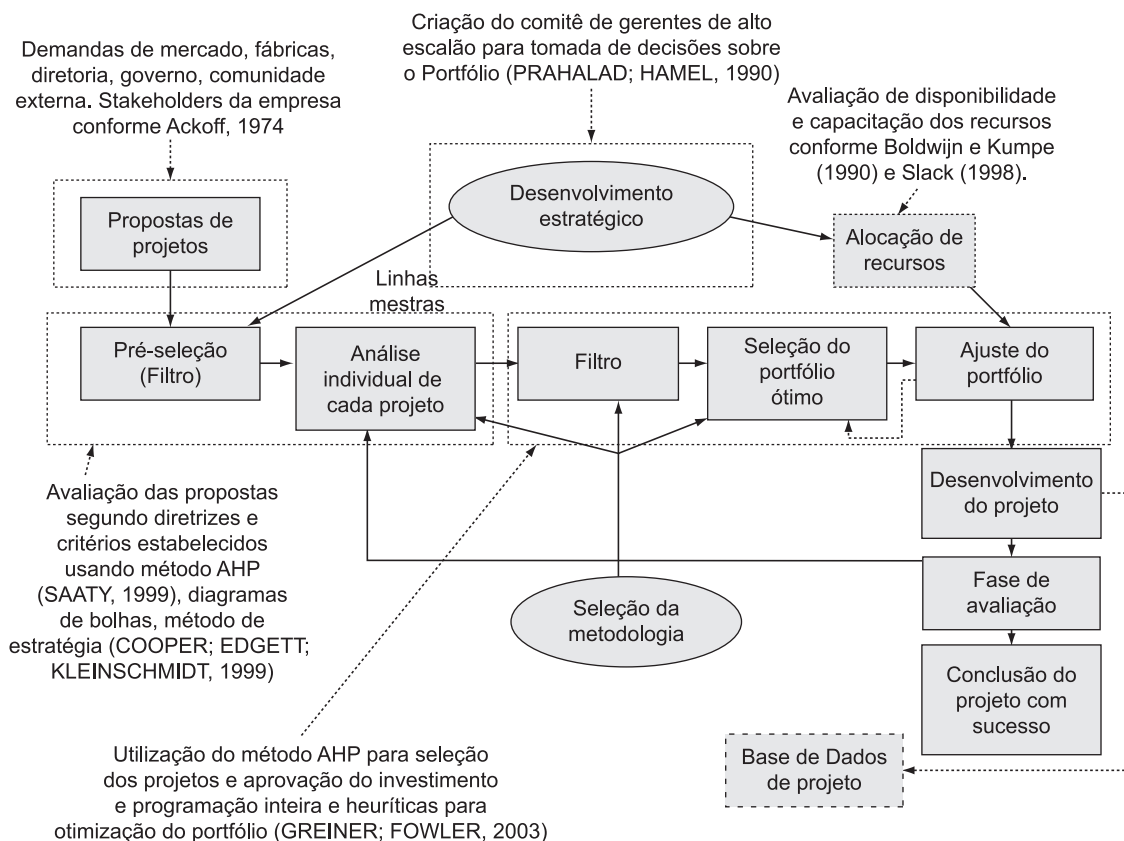


Figura 2. Modelo de seleção e priorização de projetos adaptado de Archer e Ghasemzadeh (1999).

A parametrização foi feita pela definição dos objetivos, identificação de critérios e subcritérios, seleção das alternativas de projetos, definição dos participantes, construção da estrutura de decisões e votação de pesos dos critérios e escala de variação dos critérios (*ratings*), além do cadastro dessas informações no *software* adotado como ferramenta de trabalho. O passo seguinte foi a definição das restrições e relações de dependências entre os projetos. Por último, foi feita a votação dos projetos para a definição das prioridades com o AHP e o refinamento da priorização por meio do uso das restrições e dependências previamente definidas. Uma ilustração da sequência de atividades executadas nesta etapa é apresentada pela Figura 3.

As fases do modelo foram executadas 6 vezes, com diferentes comitês de *stakeholders* segundo

a categoria dos projetos, pois a reclassificação dos projetos nos levou à necessidade de criar 6 estruturas de decisão. A técnica de decomposição do problema em modelos de estrutura, bem como todos os passos do processo de decisão descritos por Clemen (1991) foram empregados nesta etapa do trabalho. Destaca-se que, embora os comitês decisórios fossem distintos com autonomia para definir critérios e votar os projetos em que estavam habilitados, a hierarquia da decisão é integrada e articulada por meio do modelo híbrido (Figura 4).

Para que a avaliação da diretoria esteja alinhada com a estratégia da organização, foi concebida uma estrutura principal, à qual as 4 estruturas das categorias de projetos – manutenção, TI, engenharia e Infraestrutura de P&D – são subordinadas, conforme ilustra a Figura 4. Na estrutura principal, o grau de contribuição das

Quadro 1. Relacionamento entre classificação de projetos da empresa e proposta pelos autores.

Classificação proposta	Classificação da empresa	Descrição	Local de aplicação
Projetos de manutenção	VU – fim de vida útil	Investimentos que visam a substituição de um bem devido a exaustão ou obsolescência	Instalação industrial
	CA – controle ambiental	Investimentos cuja implantação visa atendimento de requisitos de proteção ambiental	Instalação industrial
	SG – segurança industrial	Investimentos que visam garantir a segurança operacional e resguardar o patrimônio instalado	Instalação industrial
	MD – modernização	Investimentos que visam automatizar e incorporar às instalações novas tecnologias para aumento de produtividade, segurança, qualidade ou redução de custos	Instalação industrial
	RC – redução de custos	Investimentos cujo objetivo principal seja reduzir os custos de produção	Instalação industrial
Projetos de infraestrutura de P&D	QS – qualidade	Investimentos em melhoria da qualidade de produtos	Laboratórios de P&D
	VU – fim de vida útil	Investimentos que visam a substituição de um bem devido a exaustão ou obsolescência, inclui reforma das instalações	Laboratórios de P&D
Projetos de informática	IF – informática	Investimentos em software, hardware e outros ativos de informática	Instalação industrial Instalações de P&D Instalações administrativas
	CP – aumento de capacidade	Projetos de ampliações de capacidade da linha de produtos atual	Instalação industrial
	NP – novos produtos	Investimentos que visam o lançamento de novos produtos	Instalação industrial
Projetos de engenharia	EE – estudos estratégicos	Investimentos destinados à execução de estudos de viabilidade de novos negócios e que serão contabilizados como ativo diferido (inclui aquisição de novas empresas, participações minoritárias, joint ventures/parcerias, venda de tecnologia).	Instalação industrial

4 estruturas a ela subordinadas com os 2 objetivos estratégicos da empresa, excelência e crescimento, constituem-se nos critérios de decisão. É o vínculo da estrutura principal com as estruturas das 4 categorias de projeto que garantem o alinhamento entre os projetos do portfólio e a estratégia, bem como define de acordo com esse alinhamento o montante de investimentos que será destinado a cada classe de projetos.

Exceção foi a estrutura de decisão criada para as propostas de projetos de P&D, apresentada pela

Figura 5, que é independente das demais, pois não concorre pelos recursos orçamentários com as demais categorias e tem a função do pré-filtro (Figura 2). Esse pré-filtro será utilizado pelo comitê executivo da empresa para avaliar se novas propostas de projetos de P&D devem ou não passar a compor o portfólio da organização e se projetos existentes devem ser mantidos ou paralisados.

Para a construção de todas as estruturas de decisão, optou-se pela elaboração de um esboço, para posterior

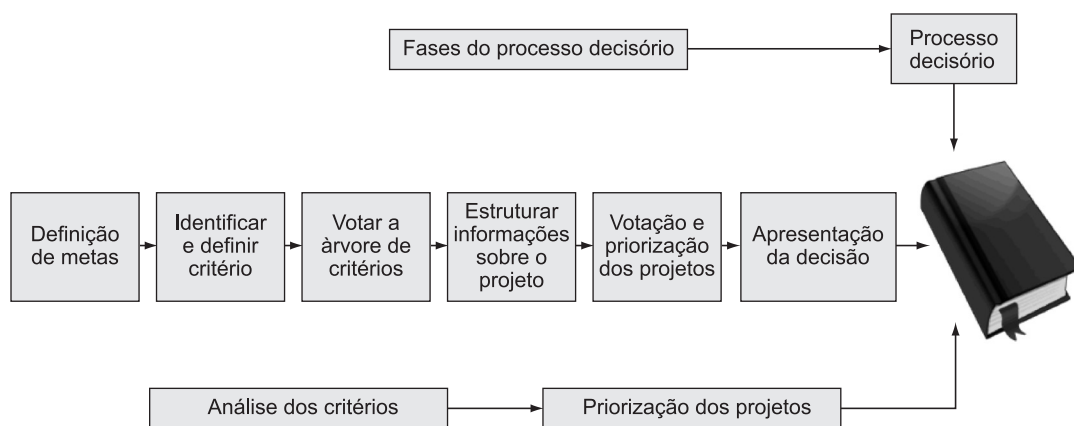


Figura 3. Fases do modelo de decisão – parametrização do Software (Fonte: figura do autor).

Tabela 1. Perfil dos Participantes das Reuniões de Concepção e Validação para cada classe de projeto.

Grupo	Participantes	Formação básica	Especialização	Tempo formado (anos)	Tempo de empresa (anos)	Tempo no cargo (anos)
P&D	Gerente de desenvolvimento de produtos	Eng. Química	Mestrado	30	15	2
	Gerente de aplicações de produtos I	Química	Mestrado	15	13	2
Manutenção	Chefe de manutenção fábrica 1	Eng. Mecânica	Especialista Projetos (PMI)	20	18	10
	Chefe de manutenção fábrica 2	Eng. Química	MBA	10	10	2
	Chefe de manutenção fábrica 3	Eng. Mecânica	MBA	10	10	5
	Chefe de manutenção fábrica 4	Eng. Mecânica	Mestrado	30	30	15
Engenharia	Gerente de processos e tecnologia	Eng. Química	Mestrado	30	30	5
	Gerente de processos	Eng. Química	MBA	25	25	5
	Gerente de implantação de projetos	Eng. Mecânica	MBA	25	15	5
	Assessor de tecnologia	Eng. Química	MBA	35	35	5
Informática	Gerente de TI	Informática		20	20	15
Diretoria	Assessor de diretoria	Eng. Química	MBA	36	36	2
	Diretor industrial	Eng. Química	MBA	25	20	8

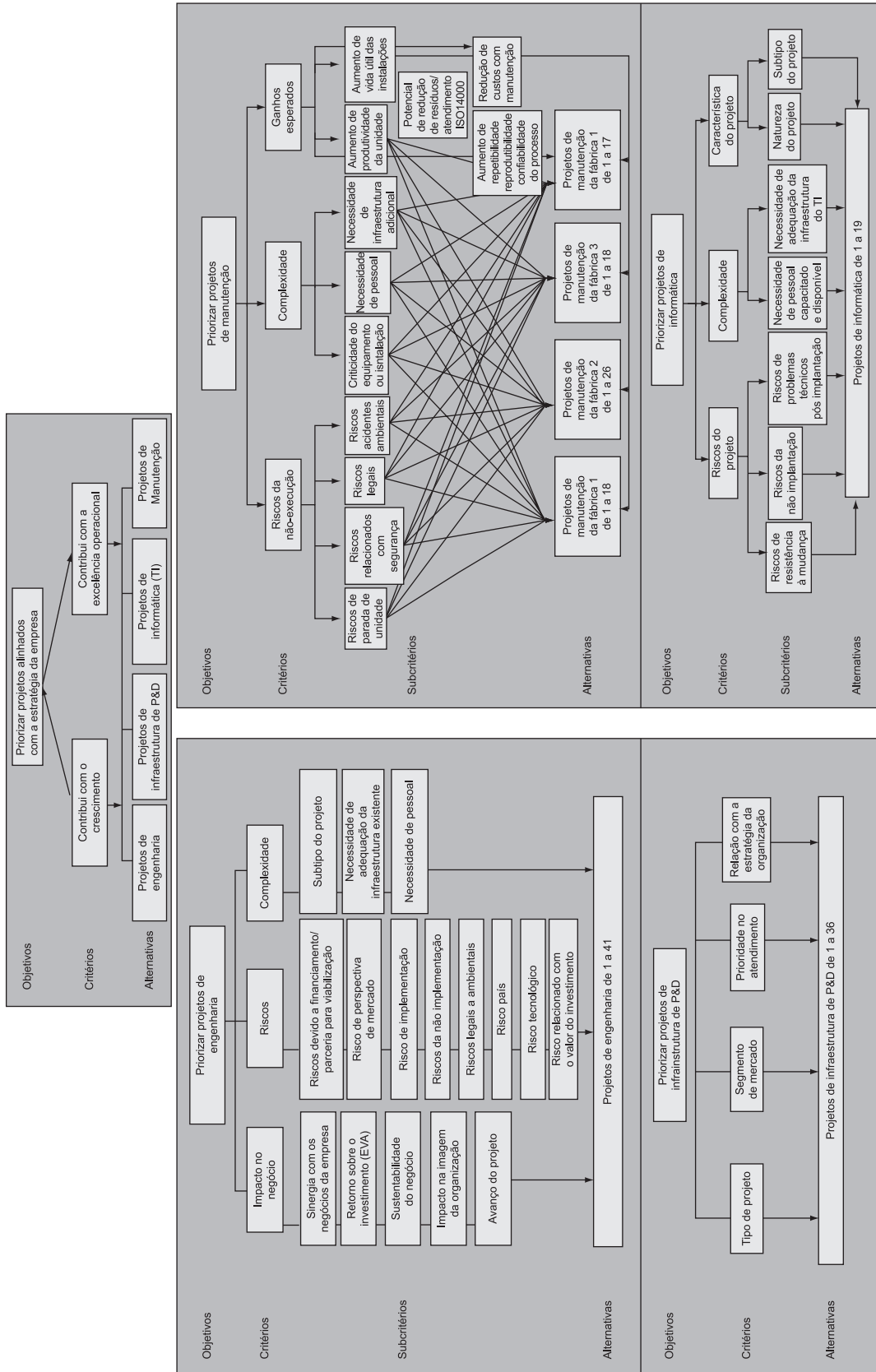


Figura 4. Estrutura hierárquica de decisões de projetos da empresa alfa com investimento. Fonte dos autores.

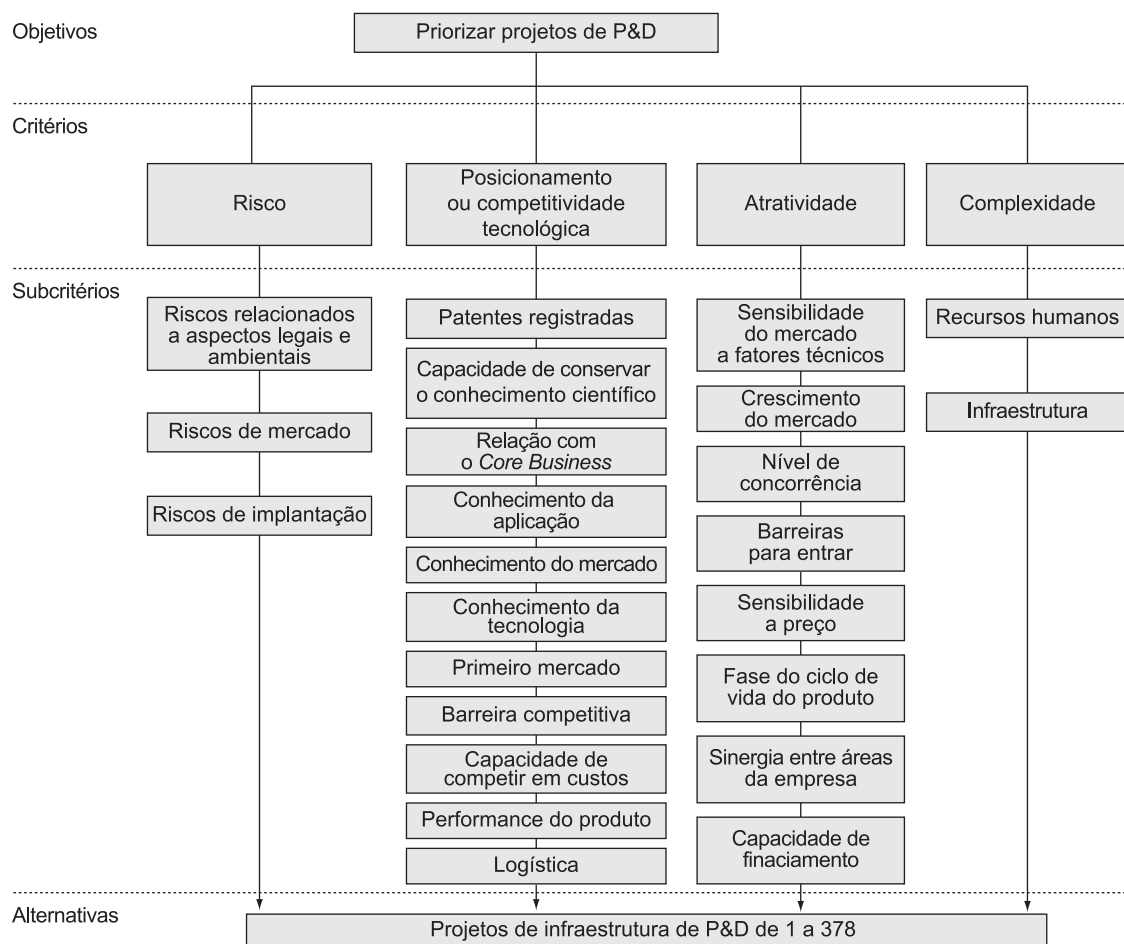


Figura 5. Estrutura hierárquica de decisões para projetos de P&D da empresa – projetos sem investimento. Fonte: Autores.

validação com os membros do comitê definidos para os diferentes processos decisórios. Essa estratégia teve o objetivo de minimizar o número de reuniões com os funcionários da empresa, selecionados para atuarem como participantes na construção das diferentes estruturas de decisão, dado que havia grande dificuldade na conciliação de datas em que todos pudessem estar presentes.

Para a definição dos funcionários da empresa que participariam da concepção e validação da estrutura hierárquica de decisão de cada tipo de projeto, levaram-se em consideração os critérios de conhecimento que tinham sobre o assunto analisado, experiência, tempo de empresa, função que ocupavam na organização e disponibilidade. O perfil desses funcionários é apresentado na Tabela 1.

Cada funcionário que participou desta etapa era representante de um grupo de *stakeholders* primários da organização, sendo que sua decisão poderia interferir diretamente no resultado do trabalho.

Para avaliação do modelo foram utilizados os projetos relativos ao exercício de 2005, por estarem mais presentes na memória dos gestores, tornando mais fácil as discussões de priorização dos projetos. Para esses projetos, são dados conhecidos: o número de projetos, tipo, duração, escopo, os valores de orçamentos e valores reais desembolsados, EVA (*Economic Value Added*) e margem.

No total foram realizadas 8 reuniões com os diferentes participantes para a etapa de validação dos critérios de decisão, para cada estrutura de decisões, votação dos critérios e definição dos *ratings* e seus valores. Dessas reuniões, 3 foram com a equipe de manutenção, 2 com a equipe de P&D, 1 com a equipe de Engenharia, 1 com o analista de negócio de TI e 1 com a equipe da Diretoria.

A construção da estrutura de decisões de desenvolvimento de produtos de P&D, projetos sem investimento, apresentada na Figura 5, foi baseada no modelo de seleção proposto por Lager (2002) e

nos 32 critérios de atratividade e competitividade propostos por Jolly (2003). O critério de complexidade foi utilizado com o objetivo de incorporar no modelo as 3 dimensões de projetos propostas por McFarlan (1981), sendo elas: tamanho, experiência com tecnologia e estrutura do projeto. Também foram introduzidos na estrutura critérios já utilizados pela empresa e não identificados na literatura consultada. Como resultado da fase de votação dos pesos de cada critério e comparação dos critérios aos pares, obteve-se que o critério mais importante para seleção de projetos de P&D é o posicionamento/competitividade, seguido pelo critério de atratividade e em terceiro pela complexidade. Após a realização da análise de consistência da votação dos pesos dos critérios e criação da escala de valores de subcritérios, passou-se para a etapa de votação dos projetos. Como o número de projetos era grande, sendo 378 no total, verificou-se que o método AHP não era o mais indicado, pois havia muitas combinações para comparação por pares dos projetos para cada critério e subcritério. Por isso, foi sugerida a subdivisão dos projetos por área de negócio, sendo feitas votações para 5 diferentes áreas de negócios da empresa.

Para a estrutura da Figura 4, que articula a estrutura principal à estrutura das 4 categorias de projetos subordinadas, considerou-se a existência de um limite de investimentos a ser aprovado por ano, propôs-se aos participantes, durante a reunião de apresentação do modelo híbrido, que dessem pesos aos 2 objetivos estratégicos da organização, tendo como foco a priorização dos 4 tipos de projetos alinhados com a estratégia da empresa. Esses objetivos são denominados pela empresa de “crescimento”, que está relacionado com ações para aumento de capacidade e “Excelência Operacional”, que tem a ver com atividades de manutenção da infraestrutura instalada e melhorias. Na época em que o estudo foi feito, o objetivo de “Crescimento” era mais prioritário que “Excelência Operacional”. Como resultado da priorização dos 4 grupos de projetos, os de engenharia eram os de maior peso, seguidos pelos de manutenção, ficando em terceiro os projetos de Infraestrutura de P&D e por último os de TI, conforme se pode verificar na Tabela 2. Os resultados obtidos se aproximaram das prioridades reais definidas pela empresa.

Para a construção da estrutura de decisões para os projetos de engenharia, foram selecionados 41 projetos. O esboço da estrutura foi baseado nos trabalhos de Roberts e Berry (1985) e Garcez (2005) sobre estratégias de crescimento; de McFarlan (1981) sobre riscos e classificação de projetos; além dos trabalhos de Archer e Ghasemzadeh (1999) sobre seleção de projetos; e de Cooper, Edgett, Kleinschmidt (1999) sobre métodos de gestão de portfólio. Durante a reunião para a validação da estrutura de engenharia, os participantes eliminaram a duração e a natureza do projeto da lista de subcritérios relacionados ao critério complexidade, existentes no esboço proposto. Eles não julgaram “duração” como sendo um critério de priorização válido para os projetos da empresa. Na literatura a duração também não foi identificada como critério de decisão. No caso da natureza dos projetos, apesar de ser um critério utilizado na priorização dos projetos pela organização, os participantes optaram por excluí-lo. Essa decisão dos participantes diverge da teoria, em que a natureza dos projetos, embora com outra denominação, está relacionada com o alinhamento estratégico do projeto, sendo este um critério citado por diversos autores (CARVALHO; LAURINDO, 2003; ROUSSEL et al., 1991; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999, 2001). Ao observar a estrutura de projetos de engenharia obtida, um dos autores que conduziu a reunião argumentou que o subcritério “Avanço do Projeto” não era recomendado pela literatura por induzir os participantes a cair nas armadilhas de decisão relatadas por Hammond et al. (1998). A introdução de uma restrição, em que projetos já iniciados têm peso maior que os projetos novos, poderia levar a empresa a continuar investindo em projetos que não valessem a pena, caindo na armadilha do custo afundado (*sunk-cost*). Mesmo após essa argumentação, os participantes optaram por manter o subcritério “Avanço do Projeto” na estrutura de decisões. Essa decisão nos leva a supor que os participantes tenham caído na armadilha da âncora, pois, ao final das votações, este subcritério foi o de maior peso dentro do critério “Impacto no Negócio”.

No caso dos projetos de manutenção, na etapa de análise do coeficiente de inconsistência na votação dos critérios, “Riscos da Não Execução”

Tabela 2. Pesos dos projetos da estrutura principal.

Ordem	Alternativas	Score	Crescimento 0,71	Excelência operacional 0,21
1	Projetos de Engenharia	0,51	0,70	0,05
2	Projetos de Manutenção	0,22	0,05	0,64
3	Projetos de Infraestrutura de P&D	0,18	0,18	0,20
4	Projetos de TI	0,09	0,08	0,11

versus “Ganhos Esperados” concluiu-se que foi dado um peso excessivo para os Riscos da Não Execução. Retornando-se à comparação por pares na votação destes subcritérios, foi possível verificar que os participantes das fábricas 2 e 3 deram os maiores pesos para os Riscos da Não Execução, puxando a média para um valor mais alto. Esses dois participantes, sendo os menos experientes na função de chefia da manutenção podem ter originado essa tendência. Uma observação dos próprios participantes durante a discussão do motivo do peso elevado atribuído ao critério “Riscos da Não Execução” foi que as notas dadas não representavam a estratégia da empresa e sim o que os participantes acreditavam ser eticamente correto, por isso, ao final da discussão, as notas acabaram sendo alteradas, resultando num peso pouco menor para o subcritério “Riscos da Não Execução” quando comparado com os “Ganhos Esperados”. No caso dos projetos de manutenção, o representante de cada unidade fabril votou apenas os projetos de sua unidade. Eles afirmaram não ter condições de julgar a relevância de um projeto de outra fábrica. Por isso, foi estabelecido um critério de rateio do montante de investimento por *site*, proporcional ao valor se seus ativos. Este critério de rateio foi acordado entre os participantes da reunião e é um fator de distorção nos resultados finais dos projetos de manutenção selecionados. Entretanto esta foi a forma encontrada pelos autores para eliminarem a restrição para a continuidade dos trabalhos.

No caso da validação da estrutura de projetos de TI, os mesmos passos já apresentados foram seguidos, tendo-se observado que a definição do escopo de alguns projetos não era precisa, por isso, o decisor não conseguia votar o projeto. Assim, como fruto deste trabalho, foi realizada uma revisão da forma de apresentação dos projetos de TI para aprovação.

Após a construção e validação das estruturas de decisão por tipo de projeto, foi introduzida a restrição de orçamento e que foi simulada para diferentes cenários com o uso da Programação Inteira e comparada com o cenário real, utilizando o valor do investimento aprovado para o ano de 2005. Tais cenários de simulação utilizaram Programação Inteira e binária do tipo 0 ou 1. Em alguns dos cenários simulados para os projetos de engenharia, foram estabelecidas relações de dependência entre os projetos de tal forma que projetos que requeriam a execução de outros projetos ou que precisassem ser realizados juntos ou numa dada relação de precedência fossem assim priorizados. Também foram simulados cenários utilizando-se de rateios dos valores dos investimentos por subtipo de projeto para os projetos de engenharia e manutenção.

Após a aplicação da Programação Inteira e das restrições, foram obtidos os resultados de quais projetos teriam sido selecionados em cada cenário, com o uso do AHP e com o modelo híbrido. Tais resultados foram comparados com os resultados que ocorreram na prática, considerando-se que os dados utilizados são de eventos passados. Os resultados obtidos foram apresentados aos gestores que participaram das etapas de elaboração das estruturas e validação modelo. Tais resultados estão no anexo deste artigo e apresentam respectivamente as seguintes simulações: projetos de infraestrutura de P&D (Quadro 2), projetos de TI (Quadro 3), projetos de engenharia (Quadro 4), projetos de manutenção – fábrica 1 (Quadro 5), projetos de manutenção – fábrica 2 (Quadro 6), projetos de manutenção – fábrica 3 (Quadro 7), projetos de manutenção – fábrica 4 (Quadro 8).

A simulação dos projetos de infraestrutura de P&D (Quadro 2) mostra os casos em que 50% do orçamento é dado como teto e do cenário real. Pelo que se pode constatar, o uso do método AHP integrado à programação inteira permite uma melhor alocação dos recursos disponíveis, conforme observado por Greiner e Fowler (2003). O caso real mostra que 32,84% dos recursos solicitados foram utilizados, fato que indica uma baixa capacidade de execução da área de P&D. Verifica-se, também, que os valores gastos são muito diferentes dos solicitados, podendo existir ou uma baixa qualidade na elaboração das estimativas dos investimentos ou gastos dos valores concedidos em contas diferentes das propostas. Archer e Ghasemzadeh (1999) propõem que uma das causas desses problemas seja a utilização de modelos de gestão que não contemplam a reavaliação periódica dos projetos. Outra possível causa dos grandes desvios entre os valores reais gastos por projeto é que o gestor responsável por eles tenha caído na armadilha do custo afundado relatada por HAMMOND; KEENEY; RAIFFA (1998). Os resultados encontrados estão de acordo com Saaty (1991) que afirma que o uso do método AHP permite ao decisor entender melhor a complexidade do processo de decisão, tendo o potencial de melhorar a qualidade da decisão.

Para os projetos de TI (Quadro 3), em que somente a alocação integral dos valores propostos é aceita, não foram alocados valores para os projetos 2303 e 2331. Quando é permitida a alocação parcial de recursos, o projeto 2151, com a maior prioridade passou a ter alocação parcial, com 85,9% do valor total orçado e o projeto 2303, que no cenário (1) não tinha sido contemplado, passou a ter alocação integral dos recursos solicitados. O projeto 2331 não teve recursos alocados em nenhum dos dois cenários de simulação, porém, no cenário real,

Quadro 2. Resultado das simulações dos cenários de Projetos de Infraestrutura de P&D.

Projetos de Infraestrutura de P&D				Cenário (1)		Cenário Real	
Seq.	Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
1	2204	0,741	186.100	186.100	100	98.210	52,77
2	2223	0,741	500	500	100	13.661	2732,14
3	2224	0,34	1.000	999	100	31.338	3133,84
4	2228	0,22	400	399	100	2.833	708,32
5	2229	0,263	5.000	5.000	100	21.216	424,32
6	2230	0,263	5.000	5.000	100	43.090	861,80
7	2231	0,317	100	100	100	360	360,48
8	2233	0,925	3.300	3.300	100	7.764	235,28
9	2237	0,239	44.000	44.000	100	23.469	53,34
10	2319	0,34	5.000	5.000	100	3.500	70,00
11	2325	0,239	4.500	4.500	100	3.400	75,56
12	2344	0,239	139.300	139.300	100	29.110	20,90
13	2353	0,165	75.000	75.000	100	0	0,00
14	2365	1	84.500	84.500	100	16.090	19,04
15	2369	0,321	25.000	25.000	100	0	0,00
16	2381	0,298	169.000	168.999	100	168.780	99,87
17	2398	0,528	2.227.700	1.878.853	84,3	273.220	12,26
18	4604	0,505	34.000	34.000	100	76.285	224,37
19	4706	0,977	82.700	82.700	100	33.000	39,90
20	2306	0,329	40.900	40.900	100	26.870	65,70
21	2308	0,505	18.100	18.100	100	0	0,00
22	2312	0,793	12.500	12.500	100	10.900	87,20
23	2333	0,22	47.100	47.100	100	0	0,00
24	2338	0,317	500	500	100	580	116,00
25	2342	0,317	13.700	13.700	100	9.570	69,85
26	2347	0,317	180.000	179.999	100	0	0,00
27	2359	0,317	11.500	11.500	100	9.260	80,52
28	2360	0,24	40.200	40.200	100	45.820	113,98
29	2364	0,524	30.000	30.000	100	0	0,00
30	2375	0,317	45.000	44.999	100	19.950	44,33
31	2376	0,718	121.500	121.500	100	136.000	111,93
32	2380	0,77	17.200	17.200	100	2.890	16,80
33	2388	0,524	18.400	18.400	100	5.390	29,29
34	2234	0,317	95.000	94.999	100	0	0,00
35	4889	0,317	1.000	1.000	100	4.050	405,00
36	4999	0,317	15.000	14.999	100	16.760	111,73
Totais			3.799.700	3.450.846		1.133.367	
% Portfólio			110,11	100,00		32,84	

recebeu 84,22% do valor solicitado. Verifica-se que o cenário (2) permite uma melhor utilização dos recursos disponíveis, tendo 100% dos projetos contemplados. Esse resultado foi o mesmo encontrado por Greiner e Fowler (2003). Ao analisar o cenário real, pôde-se observar que a utilização dos recursos teve desempenho pior que os cenários (1) e (2). Verificou-se também que os projetos 2216 e 2220

gastaram muito mais do que o valor aprovado. Esse “estouro” foi compensado pela opção de não se concluir os demais projetos, para garantir que o orçamento global da área de informática não fosse superior ao teto aprovado.

No caso dos projetos de engenharia (Quadro 4), foram simulados 5 cenários. O cenário (1) utilizou a programação inteira do tipo 0 ou 1, também chamada

Quadro 3. Resultado das simulações dos cenários de Projetos de TI.

Projetos de Informática			Cenário 1			Cenário 2		Cenário Real	
Seq.	Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
1	2151	0,689	1.133.000	1.133.000	100	973.720	85,9	1.005.860	88,78
2	2216	0,324	21.000	21.000	100	20.999	100	43.780	208,48
3	2220	0,223	47.000	47.000	100	46.999	100	55.836	118,80
4	2303	0,324	181.200	0	0	181.199	100	152.600	84,22
5	2331	0,223	490.400	0	0	0	0	64.400	13,13
6	2391	0,421	52.000	52.000	100	52.000	100	22.900	44,04
7	4840	0,648	77.000	77.000	100	77.000	100	44.935	58,36
8	2217	0,324	18.000	18.000	100	18.000	100	11.264	62,58
9	2318	0,324	84.400	84.400	100	84.400	100	48.600	57,58
10	2341	0,324	14.800	14.800	100	14.799	100	10.650	71,96
11	2322	0,324	22.200	22.200	100	22.200	100	11.300	50,90
12	2335	0,324	4.000	4.000	100	4.000	100	0	0,00
13	2218	0,324	27.000	27.000	100	27.000	100	19.840	73,48
14	2313	0,324	96.900	96.900	100	96.900	100	88.080	90,90
15	4655	0,241	20.000	20.000	100	20.000	100	16.406	82,03
16	4959	0,391	6.400	6.400	100	6.400	100	4.935	77,11
17	2310	0,289	23.000	23.000	100	22.999	100	9.690	42,13
18	2328	0,324	43.900	43.900	100	43.899	100	24.300	55,35
19	2349	0,324	12.900	12.899	100	12.899	100	9.400	72,87
Totais			2.375.100	1.703.499		1.725.413		1.644.775	
% Portfólio			137,65	98,73		100,00		95,33	

de programação binária, para otimizar a utilização do uso do orçamento de investimentos destinado aos projetos de engenharia. Para este cenário, não foram consideradas as relações de dependência entre os projetos. No cenário (2), para o mesmo conjunto de projetos, foi utilizada a programação matemática permitindo alocação parcial de recursos sem considerar a existência de relações de dependências entre os projetos. O cenário (3) foi simulado com as mesmas condições do cenário (1), porém acrescentando-se as relações de dependência existentes entre os projetos. A simulação do cenário (4) é similar ao cenário (2), considerando-se as dependências entre os projetos. Por último, o cenário (5), além de utilizar a programação binária e a relação de dependências entre os projetos, também foi incluído um rateio do total orçado para projetos de engenharia no valor de US\$ 19.554.833 por subtipo de projeto. Os resultados dos diferentes cenários são apresentados no Quadro 4. Pelo que se pode observar, dos 41 projetos propostos, 5 não teriam nenhum valor alocado no cenário (1). Este é o caso dos projetos 4900, 2401, 2400, 2368 e 4949. Verifica-se que no cenário (1) foram contemplados projetos com prioridades maiores e produto da prioridade pelo valor solicitado

menor. Assim projetos com valores estimados muito elevados não foram alocados, mesmo quando sua prioridade era alta. Analisando-se o cenário (2), no qual valores parciais poderiam ser atribuídos aos projetos, verifica-se que o projeto 4949 passou a ser contemplado com valor de 81% do total solicitado. O cenário (2) permitiu que 100% do orçamento de investimento fosse alocado, ao passo que o cenário (1) sendo mais restritivo, permitiu que apenas 93,81% do orçamento fosse alocado. Esse resultado também foi encontrado por Greiner e Fowler (2003) e na simulação dos projetos de infraestrutura de P&D e informática, parecendo ser independente do tipo de projeto analisado. No cenário (3), observa-se que o fato de se acrescentarem relações de dependências entre os projetos no modelo não teve reflexo na seleção dos projetos, obtendo-se o mesmo resultado encontrado no cenário (1). Ao se analisar o cenário (4), novamente se observa que o acréscimo da relação de dependências entre os projetos não alterou a sua seleção, nem o montante alocado, quando comparado como cenário (2). Na literatura consultada, não foi encontrada nenhuma referência sobre a influência da relação de dependências entre projetos no resultado da otimização obtido com o AHP e a programação

Quadro 4. Resultado dos cenários de otimização do portfólio dos projetos de engenharia.

Projeto	Prioridade	Cenário (1)		Cenário (2)		Cenário (3)		Cenário (4)		Cenário (5)		Cenário Real		
		Valor solicitado (US\$)	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
2115	0,56	999.500	999.500	100	999.500	100	999.500	100	999.500	100	999.500	100	1.142.908	114
2123	0,34	52.200	52.200	100	52.200	100	52.200	100	52.200	100	0	0	58.559	112
2131	0,62	21.600	21.600	100	21.600	100	21.600	100	21.600	100	21.600	100	6.422	30
2142	0,49	280.000	280.000	100	280.000	100	280.000	100	280.000	100	280.000	100	130.482	47
2153	0,51	240.000	240.000	100	240.000	100	240.000	100	240.000	100	240.000	100	41.740	17
2158	0,53	27.900	27.900	100	27.900	100	27.900	100	27.900	100	27.900	100	33.256	119
2180	0,64	25.300	25.300	100	25.300	100	25.300	100	25.300	100	25.300	100	19.402	77
2212	0,61	675.000	675.000	100	675.000	100	675.000	100	675.000	100	675.000	100	514.630	76
2249	0,48	151.700	151.700	100	151.700	100	151.700	100	151.700	100	151.700	100	147.459	97
2266	0,58	286.400	286.400	100	286.400	100	286.400	100	286.400	100	286.400	100	278.225	97
2285	0,63	234.200	234.200	100	234.200	100	234.200	100	234.200	100	234.200	100	288.519	123
2287	0,88	950.000	950.000	100	950.000	100	950.000	100	950.000	100	950.000	100	1.443.764	152
2289	0,65	240.000	240.000	100	240.000	100	240.000	100	240.000	100	240.000	100	174.827	73
2290	0,57	124.000	124.000	100	124.000	100	124.000	100	124.000	100	124.000	100	129.625	105
2293	0,54	309.000	309.000	100	309.000	100	309.000	100	309.000	100	309.000	100	580.397	188
2299	0,6	250.000	250.000	100	250.000	100	250.000	100	250.000	100	250.000	100	274.402	110
2300	0,54	507.900	507.900	100	507.900	100	507.900	100	507.900	100	507.900	100	509.830	100
2317	0,44	71.700	71.700	100	71.700	100	71.700	100	71.700	100	71.700	100	650	1
2326	0,54	187.300	187.300	100	187.300	100	187.300	100	187.300	100	187.300	100	124.640	67
2336	0,53	660.000	660.000	100	660.000	100	660.000	100	660.000	100	660.000	100	351.110	53
2340	0,39	799.100	799.100	100	799.100	100	799.100	100	799.100	100	0	0	214.940	27
2351	0,47	20.000	20.000	100	20.000	100	20.000	100	20.000	100	20.000	100	27.410	137
2355	0,52	376.000	376.000	100	376.000	100	376.000	100	376.000	100	376.000	100	433.050	115
2368	0,53	1.217.200	0	0	0	0	0	0	0	0	1.217.200	100	946.030	78
2372	0,67	310.000	310.000	100	310.000	100	310.000	100	310.000	100	310.000	100	202.840	65
2383	0,47	50.500	50.500	100	50.500	100	50.500	100	50.500	100	50.500	100	51.400	102
2387	0,4	429.500	429.500	100	429.500	100	429.500	100	429.500	100	0	0	120.860	28

Quadro 4. Continuação.

Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Cenário (1) s/ dependências (0-1)		Cenário (2) s/ dependências parciais		Cenário (3) c/ dependências (0-1)		Cenário (4) c/ dependências parciais		Cenário (5) s/ dependências (0-1) e rateio subtipo proj		Cenário Real	
			Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
2392	0,44	361.600	361.600	100	361.600	100	361.600	100	361.600	100	361.600	100	170.550	47
2394	0,4	63.000	63.000	100	63.000	100	63.000	100	63.000	100	0	0	19.880	32
2395	0,59	57.600	57.600	100	57.600	100	57.600	100	57.600	100	57.600	100	42.460	74
2399	0,49	1.069.000	1.069.000	100	1.069.000	100	1.069.000	100	1.069.000	100	1.069.000	100	120.950	11
2400	0,6	94.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.373.810	8
2401	0,61	9.208.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.810	0
4880	0,77	1.942.300	1.942.300	100	1.942.300	100	1.942.300	100	1.942.300	100	1.942.300	100	2.435.552	125
4888	0,77	3.506.200	3.506.200	100	3.506.200	100	3.506.200	100	3.506.200	100	3.506.200	100	3.489.210	100
4900	0,69	11.500.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.307.022	20
4909	0,61	2.598.600	2.598.600	100	2.598.600	100	2.598.600	100	2.598.600	100	0	0	2.708.981	104
4912	0,47	150.000	150.000	100	150.000	100	150.000	100	150.000	100	0	0	2.660	2
4929	0,68	125.000	125.000	100	125.000	100	125.000	100	125.000	100	125.000	100	630	1
4939	0,46	192.000	192.000	100	192.000	100	192.000	100	192.000	100	0	0	5.920	3
4949	0,3	1.500.000	0	0	1.210.733	81	0	0	1.210.733	81	0	0	791.150	53
Total		135.769.400	18.344.100		19.554.833		18.344.100		19.554.833		15.276.900		27.721.959	
Orçamento (US\$)		19.554.833												
% Portfólio		694,30	93,81		100,00		93,81		100,00		78,12		141,77	

inteira integrados. Os projetos que não puderam ser alocados nos cenários de simulação são estratégicos para a empresa e, na prática, foram aprovados pela organização com recursos adicionais em período extraorçamentário. O fato dos projetos estratégicos não terem sido contemplados é devido à decisão de se excluir a natureza do projeto, se estratégico ou operacional, da estrutura de decisões de projetos de engenharia, problema já comentado anteriormente. Assim, para a estrutura de decisões de projetos de engenharia, os projetos só são priorizados pelo tipo e não pelo fato de contribuírem ou não com a estratégia da empresa. Verifica-se, por esse exemplo, que a definição dos critérios e dos subcritérios da estrutura de decisões impacta diretamente o resultado da seleção e priorização. Para a elaboração do cenário (5), foi estabelecido um critério de rateio do valor total disponível por subtipo de projeto. Este cenário teve como objetivo obter um portfólio balanceado em relação ao tipo de subprojeto, conforme recomendado na literatura sobre balanceamento de projetos. Os percentuais de cada subtipo de projeto utilizados são a média dos valores gastos com cada subtipo de projeto nos anos de 2001 a 2005. Com cenário (5), chega-se a um resultado mais restritivo, no qual apenas 78,12% do orçamento foi alocado para os projetos. O Quadro 4 apresenta, ainda, o cenário real da empresa. Nele verifica-se que quase todos os projetos tiveram desembolsos, sendo que o valor total investido foi muito superior ao valor teto estabelecido na simulação de US\$ 19.554833, devido à alocação de todos os projetos que a empresa considera estratégicos. Observa-se também que parte dos projetos concluídos teve estouro nos valores estimados e a maior parte foi iniciada, porém não foi concluída. É possível concluir que com o uso do modelo proposto houve substancial melhoria no valor de portfólio, se considerados apenas os projetos operacionais. A inclusão dos projetos estratégicos na relação de projetos a serem priorizados pressupõe que todos os projetos fossem submetidos à nova priorização, passando novamente pelo filtro definido na Figura 3. O resultado encontrado foi diferente porque essa reavaliação dos projetos do portfólio não foi feita pela organização.

Os resultados das simulações dos cenários de investimentos em projetos de manutenção das 4 fábricas e os valores reais gastos com cada um dos projetos das 4 unidades industriais são apresentados nos Quadros 5 a 8. Para o portfólio de projetos de manutenção da fábrica 1, os cenários que permitem a melhor alocação de recursos são os cenários (1) e (2), em que 100% dos projetos são contemplados. Esse resultado foi possível porque o valor total de investimentos disponível para essa unidade era maior do que o montante solicitado. Ainda analisando o

Quadro 5, podemos verificar que todos os cenários de simulação permitiram uma alocação de recursos melhor do que o cenário real, no qual apenas 40,42% dos recursos disponíveis foram utilizados. No cenário real a empresa iniciou todos os projetos, tendo concluído uma parte deles. Verifica-se que foram concluídos projetos de baixa prioridade, tal como o 2379, ao passo que projetos de prioridade elevada foram iniciados, porém não foram concluídos, como ocorreu com os projetos 2126 e 2352. A fábrica 1 mostrou ter baixa capacidade de execução dos projetos, não conseguindo aproveitar os recursos disponibilizados (Quadro 5).

Para a fábrica 2, que tem um valor máximo de investimento disponível menor que o solicitado, o cenário (2) foi o que permitiu a melhor alocação dos recursos disponíveis, permitindo a alocação parcial de recursos para projetos, sem que seja utilizado o rateio por subprojeto, pois esse rateio atua como uma restrição a mais. Ao fazermos a comparação dos resultados obtidos com o cenário real, observa-se que todos os projetos tiveram alocação, mesmo os 2251 e 2380, ambos com prioridade baixa. É possível verificar que muitos projetos tiveram gastos maiores que o previsto (% atribuído maior que 100%). A fábrica 2 demonstrou boa capacidade de execução dos projetos, pois investiu cerca de US\$ 2.500.000, excluindo-se o projeto 4600, que é obrigatório por se tratar da construção de uma estação de tratamento de efluentes para adequação dos efluentes da unidade à legislação ambiental. Pode-se observar, ainda, que o projeto 4600, sendo muito crítico, teve um tratamento diferenciado, tendo recebido uma parcela elevada do total solicitado em regime extraorçamentário. Neste caso, verifica-se que o uso do modelo para os 4 cenários auxilia na gestão dos projetos, pois estabelece metas de desembolso para cada projeto individualmente. O caso real, apesar de ter conseguido um bom desempenho em termos de alocação dos recursos financeiros, apresentou em muitos casos gastos superiores aos previstos, o que comprometeu a conclusão de outros projetos do portfólio (Quadro 6).

Para a fábrica 3, o cenário que permite o melhor uso dos recursos é o cenário (2), com alocação parcial dos recursos aos projetos, porém sem o uso de rateio por subprojeto, resultado também encontrado por Greiner e Fowler (2003). Nesse caso, o valor real gasto ficou muito próximo do resultado obtido com o cenário (2), sendo que 2 dos 3 projetos de maior prioridade foram concluídos. Os projetos 2373 e 2301, que na simulação dos 4 cenários não foram contemplados, no cenário real obtiveram parte dos recursos solicitados. Esta unidade teve uma maior capacidade de execução de seus projetos, aproveitando bem os recursos concedidos (Quadro 6).

Quadro 5. Resultado da simulação de cenários dos projetos de manutenção – fábrica I.

Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Cenário (1)		Cenário (2)		Cenário (3)		Cenário (4)		Cenário Real			
			Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído		
2126	0,5	260.000	260.000	100	260.000	100	260.000	100	260.000	100	260.000	100	12.860	5
2352	0,46	281.600	281.600	100	281.600	100	281.600	100	281.600	100	281.600	100	73.180	26
2273	0,4	36.000	36.000	100	36.000	100	36.000	100	36.000	100	36.000	100	37.090	103
2363	0,39	380.800	380.800	100	380.800	100	380.800	100	380.800	100	380.800	100	170.680	45
2274	0,31	46.400	46.400	100	46.400	100	46.400	100	46.400	100	46.400	100	44.140	95
2193	0,28	7.900	7.900	100	7.900	100	7.900	100	7.900	100	7.900	100	6.780	86
2346	0,28	93.500	93.500	100	93.500	100	93.500	100	93.500	100	93.500	100	94.470	101
2374	0,26	395.800	395.800	100	395.800	100	0	0	0	0	319.374	80,7	239.630	61
2332	0,24	174.400	174.400	100	174.400	100	174.400	100	174.400	100	174.400	100	183.150	105
2324	0,24	80.000	80.000	100	80.000	100	80.000	100	80.000	100	80.000	100	49.850	62
2396	0,24	439.600	439.600	100	439.600	100	0	0	0	0	0	0	146.050	33
2337	0,24	153.100	153.100	100	153.100	100	153.100	100	153.100	100	153.100	100	145.030	95
2370	0,17	4.200	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.560	109
2239	0,17	17.200	17.200	100	17.200	100	17.200	100	17.200	100	17.200	100	8.860	52
2311	0,17	116.300	116.300	100	116.300	100	116.300	100	116.300	100	116.300	100	98.820	85
2358	0,16	109.600	109.600	100	109.600	100	109.600	100	109.600	100	109.600	100	98.640	90
2379	0,11	180.900	180.900	100	180.900	100	180.900	100	180.900	100	135.675	75	188.090	104
2305	0,1	188.700	188.700	100	188.700	100	188.700	100	188.700	100	45.225	25	26.790	14
Total		2.966.000	2.966.000		2.966.000		2.130.600		2.216.049		1.628.670			
% Portfólio		73,62	73,62		73,62		52,88		55,00		40,42			

Quadro 6. Resultado da simulação dos cenários dos projetos de manutenção – fábrica 2.

Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Cenário (1)		Cenário (2)		Cenário (3)		Cenário (4)		Cenário Real	
			Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
4600	0,45	3.459.100	0	0	0	0	0	0	425.808	12,3	2.500.650	72,3
4977	0,4	37.000	37.000	100	37.000	100	37.000	100	37.000	100	35.200	95,1
2350	0,4	114.200	114.200	100	114.200	100	114.200	100	114.200	100	4.150	3,6
2323	0,38	550.000	550.000	100	545.605	99,2	0	0	287.205	52,2	13.300	2,4
4881	0,38	286.000	286.000	100	286.000	100	0	0	0	0	851.718	297,8
2334	0,35	37.200	37.200	100	37.200	100	37.200	100	37.200	100	42.260	113,6
2259	0,31	17.000	17.000	100	17.000	100	17.000	100	17.000	100	97.322	572,5
2160	0,31	140.000	140.000	100	140.000	100	140.000	100	140.000	100	159.498	113,9
2354	0,3	150.400	150.400	100	150.400	100	150.400	100	150.400	100	13.620	9,1
2308	0,29	18.100	18.100	100	18.100	100	18.100	100	18.100	100	930	5,1
2130	0,27	113.000	113.000	100	113.000	100	113.000	100	113.000	100	90.502	80,1
2101	0,27	99.000	99.000	100	99.000	100	99.000	100	99.000	100	111.674	112,8
4941	0,27	92.800	92.800	100	92.800	100	92.800	100	92.800	100	96.030	103,5
2343	0,25	148.400	148.400	100	148.400	100	148.400	100	126.734	85,4	157.860	106,4
2314	0,23	55.500	55.500	100	55.500	100	55.500	100	55.500	100	12.000	21,6
2339	0,21	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	27.170	90,6
2390	0,2	64.300	64.300	100	64.300	100	64.300	100	64.300	100	64.550	100,4
2364	0,19	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	14.210	47,4
2261	0,19	53.000	53.000	100	53.000	100	53.000	100	53.000	100	56.084	105,8
2320	0,19	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	51.700	172,3
2348	0,17	50.400	50.400	100	50.400	100	0	0	50.400	100	49.660	98,5
2371	0,17	54.900	54.900	100	54.900	100	54.900	100	54.900	100	76.760	139,8
4907	0,16	43.900	43.900	100	43.900	100	43.900	100	43.900	100	20.270	46,2
2251	0,13	210.800	0	0	0	0	210.800	100	0	0	398.411	189,0
2385	0,13	352.400	0	0	0	0	0	0	0	0	125.510	35,6
2360	0,1	40.200	0	0	40.200	100	40.200	100	40.200	100	45.820	114,0
Totais		6.277.600	2.215.100		2.250.905		1.579.700		2.110.647		5.116.859	
% Portfólio		278,89	98,41		100,00		70,18		93,77		227,32	

Quadro 7. Resultado da simulação dos cenários dos projetos de manutenção – fábrica 3.

Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Cenário (1)			Cenário (2)			Cenário (3)			Cenário (4)			Cenário Real		
			Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	
2280	0,73	284.000	284.000	100	284.000	100	0	0	0	0	0	0	0	286.563	100,9		
2327	0,73	101.500	101.500	100	101.500	100	0	0	0	0	45.462	44,8	35.880	35,3			
2393	0,68	78.000	78.000	100	78.000	100	78.000	100	78.000	100	78.000	100	80.500	103,2			
2397	0,63	128.200	128.200	100	128.200	100	128.200	100	128.200	100	128.200	100	41.670	32,5			
2389	0,47	164.500	164.500	100	164.500	100	0	0	0	0	0	0	3.660	2,2			
2362	0,45	37.500	37.500	100	37.500	100	37.500	100	37.500	100	37.500	100	19.720	52,6			
2386	0,44	15.000	15.000	100	15.000	100	15.000	100	15.000	100	15.000	100	15.250	101,7			
2367	0,38	29.000	29.000	100	29.000	100	29.000	100	29.000	100	29.000	100	18.400	63,4			
2382	0,38	28.000	28.000	100	28.000	100	28.000	100	28.000	100	28.000	100	12.770	45,6			
2373	0,33	287.600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101.690	35,4			
2345	0,31	28.000	28.000	100	28.000	100	28.000	100	28.000	100	28.000	100	24.030	85,8			
2377	0,26	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	32.770	109,2			
2301	0,24	150.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83.020	55,3			
2315	0,23	66.500	66.500	100	66.500	100	66.500	100	66.500	100	0	0	55.060	82,8			
2357	0,23	120.000	0	0	35.855	29,9	120.000	100	120.000	100	80.000	66,7	129.340	107,8			
2281	0,13	45.000	45.000	100	45.000	100	45.000	100	45.000	100	45.000	100	51.442	114,3			
2309	0,13	120.000	0	0	0	0	0	0	0	0	57.966	48,3	98.890	82,4			
2304	0,13	4.200	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.090	97,4			
Totais		1.717.000	1.039.400		1.075.255		542.900		606.328		1.094.746		1.094.746				
% Portfólio		159,68	96,67		100,00		50,49		56,39		101,81		101,81				

Quadro 8. Resultado da simulação dos cenários dos projetos de manutenção – fábrica 4.

Projeto	Prioridade	Valor solicitado (US\$)	Cenário (1)		Cenário (2)		Cenário (3)		Cenário (4)		Cenário Real	
			Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído	Valor atribuído (US\$)	% atribuído
2361	0,44	105.000	105.000	100	105.000	100	105.000	100	105.000	100	47.970	45,7
2356	0,34	90.000	90.000	100	90.000	100	90.000	100	90.000	100	12.110	13,5
2366	0,32	12.000	12.000	100	12.000	100	12.000	100	12.000	100	12.050	100,4
2378	0,28	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	29.970	99,9
2316	0,26	75.000	75.000	100	75.000	100	75.000	100	75.000	100	43.960	58,6
2384	0,16	4.200	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.200	100	4.360	103,8
2329	0,09	30.000	30.000	100	30.000	100	30.000	100	30.000	100	430	1,4
Totais		346.200	346.200		346.200		346.200		346.200		150.850	
% Portfólio		32,0	32,0		32,0		32,0		32,0		14,0	

Por último, para a fábrica 4, em que o total de recursos disponível é maior que o solicitado, todos os cenários de simulação resultaram em alocação de 100% dos recursos. Apesar disso, o que foi solicitado, não foi realizado totalmente (Quadro 7).

7 Conclusões

Constatou-se por meio da simulação dos diferentes cenários com o caso real que a aplicação do modelo oferece aos gestores um processo de suporte à decisão eficiente para o tratamento de restrições, conforme descrito por Greiner e Fowler (2003), Archer e Ghasemzadeh (1999), Saaty (1991) e Forman e Selly (2001). O benefício do uso do AHP com um otimizador, observado nesta pesquisa, é a sua facilidade de estruturar o processo de tomada de decisão, pela elaboração de uma hierarquia de critérios de decisão durante reuniões de pequena duração com os decisores da organização estudada. Verificou-se também que o uso do modelo minimiza o risco do tomador de decisão cair nas armadilhas relatadas por Hammond; Keeney; Raiffa (1998) e observadas nas reuniões de concepção das estruturas de decisões, pois a discussão permite aprendizado aos participantes e a obtenção de consenso na definição de critérios e votação de prioridades. Pelo mesmo motivo, minimizam-se ou eliminam-se os problemas relatados por Nutt (2002), Garvin (2001) e Kaufmann (1975) no que tange aos jogos de poder. Devido às reuniões de *brainstorming* que fazem parte do método AHP, pôde-se comprovar que este método permite integração, compartilhamento de informações, comprometimento entre os decisores e aprendizado à equipe, conforme também observado por Greiner e Fowler (2003); Archer e Ghasemzadeh (1999); Saaty (1991); Forman e Selly (2001).

Observou-se que a eficácia do modelo depende do conhecimento dos participantes designados, pois devem ser *stakeholders* da organização. Conforme verificado durante a votação dos critérios de projetos de manutenção, a falta do conhecimento interferiu no resultado. A eficácia do modelo também depende da qualidade na definição de critérios, subcritérios, escala de valores e objetivos, conforme observado durante a votação dos projetos de TI.

O estudo mostrou que a viabilidade na aplicação do método AHP está relacionada com a existência na empresa de uma sistemática de classificação de projetos implantada, com dados confiáveis. O uso de diferentes metodologias de classificação de projetos, conforme proposto por Jolly (2003) e Archer e Ghasemzadeh (1999), possibilita que a análise do portfólio seja feita sob diferentes perspectivas e facilite a construção da estrutura de decisões do AHP. Por outro lado, observou-se que o método AHP não é o mais indicado para selecionar projetos quando o número de opções é superior a 100 projetos, pois as

comparações aos pares levariam tempo muito grande, o que tornaria o processo pouco prático.

Foram limitações deste estudo: o uso de rateio de investimentos por planta no caso dos projetos de manutenção. Ao fazer o processo para os projetos de cada planta individualmente, provavelmente ocorreram distorções. O rateio de investimentos por planta é adotado pela empresa na prática.

Há indícios de que o modelo testado neste trabalho seja válido para qualquer tipo de portfólio de projetos, desde que os objetivos e critérios sejam revisados para cada caso. Entretanto, estudo com um maior número de empresas deve ser realizado para que esta suspeita seja comprovada.

Este trabalho nos deu a oportunidade de identificar a necessidade de estudos futuros com o objetivo de ampliar o conhecimento aqui abordado nos temas: 1) aplicação do modelo híbrido em ambiente com restrição de recursos humanos (HH por especialidade), dado que neste trabalho a restrição adotada foi de orçamento; 2) desenvolver um estudo sobre critérios de decisão e validade por tipo de organização e tipo de projetos, permitindo a criação de estrutura de decisões generalizadas por tipo de empresa, projeto ou negócio; 3) realizar estudo comparativo entre as diferentes metodologias de gestão de portfólio para se identificar quais as mais apropriadas e em quais condições.

Referências

- ACKOFF, R. L. **Planejamento empresarial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974.
- ADNER, R.; LEVINTHAL, D. Demand heterogeneity and technology evolution: implications for product and process innovation. **Management Science**, v. 47, n. 5, p. 611-628, 2001.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.
- BANERJEE, P. Resource dependence and core competence: insights from Indian Software Firms. **Technovation**, v. 23, n. 3, p. 251-263, 2003.
- BROWN, S.; EISENHARDT, K. **Competing on the edge: strategy as structured chaos**. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, 1989.
- CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. Linking strategy with a network of performance indicators: a Brazilian Research Centre case study. **International Journal of Business Performance Management**, v. 5, n. 4, p. 285-301, 2003.
- CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B.; PESSOA, M. S. P. Information technology project management to achieve efficiency in Brazilian companies. In: KAMEL, S. (Org.). **Managing Globally with Information Technology**. Hershey: IGI Publishing, 2003. p. 260-271.

- CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. **Estratégias para a competitividade**. São Paulo: Futura, 2003.
- CLEMEN, R. T. **Making hard decisions**. Duxbury: Press-Wadsworth, 1991.
- COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. Portfolio management for new product development. **R&D Management**, v. 31, n. 4, p. 361-380, 2001.
- COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. New product management: practices and performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 4, p. 333-351, 1999.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development. **Research Technology Management**, v. 40, n. 6, p. 16-28, 1997.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Best practices for managing R&D portfolios. **Research Technology Management**, v. 41, n. 4, p. 20-34, 1998.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 230-240, 2002.
- EISENHARDT, K. M.; BROWN, S. L. Patching restitching business portfolios in dynamic markets. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 3, p. 72-82, 1999.
- ELTON, J.; ROE, J. Bringing discipline to project management. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 2, p. 153-157, 1998.
- FORMAN, E.; SELLY, M. A. **Decision by objectives: how to convince others that you are right**. New Jersey: World Scientific, 2001.
- GARBER, M. F. **Estruturas flutuantes para a exploração de campos de petróleo no mar (FPSO): apoio à decisão na escolha do sistema**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo - USP.
- GARVIN, D. A.; ROBERTO, M. A. What you don't know about making decisions. **Harvard Business Review**, v. 79, n. 8, p. 108-116, 2001.
- GOLDRATT, E. M. **Corrente crítica**. São Paulo: Livraria Nobel, 1998.
- GREINER, M. A.; FOWLER, J. W. A hybrid approach using the analytic hierarchy process and integer programming to screen weapon systems projects. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 50, n. 2, p. 192-203, 2003.
- HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. The hidden traps in decision making. **Harvard Business School**, v. 76, n. 5, p. 47-58, 1998.
- HSUAN, J.; HANSEN, P. K. Platform development: implications for portfolio management. **Gestão e Produção**, v. 14, n. 3, p. 453-461, 2007.
- JOLLY, D. The issue of weightings in technology portfolio management. **Technovation**, v. 23, n. 5, p. 383-391, 2003.
- KAUFMANN, A. **A ciência da tomada de decisão**. 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.
- LUEHRMAN, T. A. Strategy as a portfolio of real options. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 5, p. 89-99, 1998.
- MCFARLAN, F. W. Portfolio approach to information. **Harvard Business Review**, v. 59, n. 5, p. 142-150, 1981.
- MIGUEL, P. A. C. Implementação da gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso. **Produção**, v. 18, n. 2, p. 388-404, 2008.
- MORAES, R. O.; LAURINDO, F. J. B. Um estudo de caso de gestão de portfólio de projetos de tecnologia da informação. **Gestão e Produção**, v. 10, n. 3, p. 311-328, 2003.
- NUTT, P. C. Formulation tactics and the success of organizational decision making. **Decision Sciences**, v. 23, n. 3, p. 519-540, 1992.
- PADOVANI, M.; CARVALHO, M. M.; MUSCAT, A. R. N. Portfolio management implementation in a chemistry Brazilian company. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT, 2006, Boston. **Proceedings...** Boston: MAPOMS, 2006.
- PADOVANI, M.; CARVALHO, M. M.; MUSCAT, A. R. N. Critical gaps in portfolio management implementation: a Brazilian case study. In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2006, Istanbul. **Proceedings...**
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79-91, 1990.
- RABECHINI JÚNIOR, R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. **Produção**, v. 15, n. 3, p. 416-433, 2005.
- ROUSSEL, P.; SAAD, K. N.; ERICKSON, T. J. **Third generation R&D managing the link to corporate strategy**. Cambridge: Harvard Business School Press, 1991.
- SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Ed. Makron Books do Brasil, 1991.
- SAATY, T. L. The seven pillars of the hierarchy process. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, 1999, Kobe. **Proceedings...**
- SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New York: Harper & Brothers Publishers, 1960.
- SLACK, N. **Vantagem Competitiva: atingindo competitividade nas operações industriais**. Tradução Sônia Corrêa; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. São Paulo: Atlas, 1993.
- SLACK, N. Generic trade-offs and responses: an operations strategy analysis. **International Journal of Business Performance Management**, v. 1, n. 1, p. 13-27, 1998.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 13 ed. São Paulo: Cortez, 2004. (Coleção Temas básicos da pesquisa-ação)
- TRITLE, G. L.; SCRIVEN, F. V.; FUSFELD, A. R. Resolving uncertainty in R&D portfolios. **Research Technology Management**, v. 43, n. 6, p. 47-55, 2000.
- WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing new product development**. New York: The Free Press, 1992.