



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA
PRIORIZAÇÃO DE ATIVIDADES EM PROJETOS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

POR

CAROLINA DE CARVALHO PAES DE ANDRADE

Orientador: Caroline Maria de Miranda Mota

RECIFE, MARÇO/2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA
PRIORIZAÇÃO DE ATIVIDADES EM PROJETOS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE – como requisito parcial para obtenção
de Grau em Engenharia de Produção.

RECIFE, MARÇO/2010

A553m

Andrade, Carolina de Carvalho Paes de

Modelo multicritério de apoio à decisão para priorização de atividades em projetos de tecnologia da informação / Carolina de Carvalho Paes de Andrade . - Recife: O Autor, 2010.

vii, 55folhas, il : grafs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Graduação em Engenharia de Produção, 2010.

Inclui bibliografia e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Gerenciamento de projetos. 3. Projetos de tecnologia de informação. 4. Métodos multicritério de apoio à decisão e priorização. I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2010-048

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho representa a conclusão de uma importante etapa e o alcance de um objetivo de vida. E se hoje tenho o privilégio de desenvolvê-lo, devo essa conquista a Deus, por ter me fornecido saúde, força e luz, e por ter colocado pessoas extremamente especiais no meu caminho.

Agradeço a meus pais, Ricardo e Lúcia, por minha formação educacional e pessoal, pelos ensinamentos, por todo apoio, amizade e pelos maravilhosos exemplos de vida que são. Agradeço também a minha irmã Gabriela, pela torcida, ajuda e compreensão em todos os momentos.

Agradeço aos meus colegas de turma que se tornaram companheiros de jornada, com os quais dividi momentos difíceis e acumulei incontáveis momentos de alegria.

Agradeço aos integrantes do GPSID, em especial às professoras Luciana Hazin e Caroline Miranda, por me apresentarem a Gestão de Projetos e por todos os valiosos ensinamentos.

Agradeço a Renata Maniero e Rideildo Farias, por todo apoio no desenvolvimento do estudo de caso apresentado neste trabalho.

RESUMO

Tendo em vista contribuir para o sucesso dos projetos de Tecnologia de Informação (TI), este trabalho tem como objetivo conceber e aplicar um modelo multicritério de apoio à decisão para priorização de atividades de projetos de TI. O problema apresentado está inserido no desenvolvimento de replanejamentos, quando o gerente do projeto se depara com a necessidade de priorizar e reprogramar as atividades do projeto, de forma a adaptar a programação das atividades à nova realidade que apresenta restrições de tempo e/ou recursos. O trabalho propõe um modelo que utiliza métodos multicritério de apoio à decisão para a priorização das atividades que devem ser reprogramadas, utilizando vários critérios determinados pelo gerente do projeto. A aplicação do modelo é realizada através de um estudo de caso em um projeto de TI de uma indústria metalúrgica de grande porte.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Projetos de Tecnologia de Informação, Métodos Multicritério de Apoio à Decisão e Priorização.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Organização do Trabalho	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Gerenciamento de Projetos	5
2.2 Projetos de Tecnologia da Informação	11
2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão	13
2.3.1 A Família de Métodos PROMETHEE e os Métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II	16
2.4 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão como Ferramenta de Apoio para o Gerenciamento de Projetos	19
3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO	23
3.1 Contextualização do Problema	23
3.2 Modelo	24
4. ESTUDO DE CASO	27
4.1 O Projeto de TI	27
4.2 Avaliação das Alternativas	30
4.2.1 Definição dos critérios	32
4.3 Escolha e Aplicação do Método	33
4.4 Resultados	35
4.5 Análise dos resultados	38
5. CONCLUSÃO	40

5.1 Limitações	41
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
APÊNDICE 1: LISTA INICIAL DE ATIVIDADES.....	45
APÊNDICE 2: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS	47
APÊNDICE 3: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS COM MODIFICAÇÃO DE ESCALAS.....	49
APÊNDICE 4: FLUXOS DE SOBRECLASSIFICAÇÃO.....	51
APÊNDICE 5: RELAÇÕES ENTRE ATIVIDADES FORNECIDAS PELO PROMETHEE I.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Sequência típica de fases no ciclo de vida de um projeto	6
Figura 2.2 – Inter-relacionamento entre as fases em um projeto	8
Figura 3.1 – Fluxograma do processo de aplicação do modelo proposto	25
Figura 4.1 – Frentes de trabalho e fases do projeto	28
Figura 4.2 – Fase atual do projeto	31
Figura 4.3 – Ordenação de alternativas fornecida pelo método PROMETHEE II	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.2 – Critérios gerais para o PROMETHEE	17
Tabela 4.1 – Escala para julgamento da importância do critério Área (C1)	34
Tabela 4.2 – Escala para julgamento da importância do critério Prioridade (C2)	34
Tabela 4.3 – Escala para julgamento da importância do critério Esforço (C3).....	34
Tabela 4.4 – Informações adicionais para aplicação do método	35

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A idéia básica deste trabalho consiste em apresentar e aplicar um modelo para priorização de atividades em projetos de tecnologia da informação (TI) com a utilização da metodologia de apoio à decisão multicritério.

As organizações, nos últimos anos, em virtude do crescimento da sua estrutura interna e da complexidade de suas operações, têm se tornado cada vez mais dependentes da tecnologia da informação, a fim de sobreviverem no mercado. Dessa forma, o gerenciamento de TI tem se mostrado cada vez mais necessário para a detecção de riscos e ameaças e para a contribuição com o sucesso das organizações (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Os projetos de TI apresentam inúmeras peculiaridades que exigem um tratamento específico e acurado, a fim de que as empresas do setor possam obter melhoria constante da eficiência organizacional e conquista de resultados cada vez mais significativos. Identificou-se que estes tipos de projeto se diferenciam de maneira significativa dos outros, por exigirem prazos muito curtos, lançamentos de novos produtos necessários à obtenção de vantagem competitiva, dentre outros cenários, que contribuem para gerar sistemas computacionais inadequados (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Rodriguez-Repiso *et al.* (2007) apresentam algumas características particulares dos projetos de TI: alta complexidade, dificuldade de visualização, percepção excessiva de flexibilidade, entre outros. Os autores afirmam que as conseqüências de tais aspectos podem ser, dentre outras: expectativas irrealistas, projetos de ambição elevada, pedidos frequentes de mudanças, entregas fora do prazo, gastos acima do orçamento, dificuldade na definição de especificações e detecção tardia de problemas.

Tendo em vista as características e dificuldades de projetos de TI citadas, conclui-se que o gerente de projetos se depara, principalmente durante as etapas de planejamento e monitoramento do projeto, com muitas decisões críticas ao sucesso do projeto, seja na definição e priorização das atividades que devem ser executadas, ou nos recursos a serem alocados. Estas decisões envolvem, na maioria das vezes, diversos critérios, como custo, prazo e qualidade, que devem ser considerados pelo gerente no momento das escolhas.

Justifica-se, assim, o desenvolvimento de um modelo de decisão para apoio ao gerente de projetos de TI. O modelo leva em consideração as particulares dificuldades apresentadas por este tipo de projeto e utiliza a metodologia de apoio à decisão multicritério, adequada à

resolução deste tipo de problema, dadas suas características e complexidade. O trabalho contribui, desta forma, com o sucesso de projetos de tecnologia da informação, que vem influenciando diretamente no sucesso das organizações como um todo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver e aplicar um modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de atividades de projetos de TI. O modelo consiste em uma ferramenta de auxílio ao gerente de projetos de TI, que se depara freqüentemente com decisões críticas ao sucesso do projeto durante a realização de planejamentos e replanejamentos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Apresentar o contexto do problema através do desenvolvimento de uma base conceitual e revisão bibliográfica sobre os temas Gerenciamento de Projetos, Métodos Multicritério de Apoio à Decisão e Projetos de Tecnologia da Informação;
- Desenvolver um modelo de apoio à decisão para priorização de atividades de projetos de TI;
- Realizar um estudo de caso, aplicando do modelo desenvolvido em um projeto de tecnologia de informação de uma indústria metalúrgica de grande porte;
- Analisar a aplicação e eficácia do modelo;
- Sugerir recomendações à gerente do projeto tratado no estudo de caso.

1.3 Metodologia

Quanto à finalidade, esta pesquisa é classificada como aplicada, já que apresenta fins práticos, e o pesquisador é movido pela necessidade de conhecer para aplicação imediata dos resultados e busca orientação prática à solução imediata de problemas concretos do cotidiano (GIL, 2002).

Na fase inicial de desenvolvimento do trabalho, será realizada uma pesquisa bibliográfica, de caráter qualitativo e exploratório, acerca dos temas que serão abordados no decorrer da pesquisa, para construção da base conceitual da monografia. Segundo Gil (2002),

o caráter exploratório é identificado a partir do objetivo da pesquisa, que consiste em proporcionar maiores informações sobre o tema, tornar o problema mais explícito e facilitar a delimitação do tema de trabalho. Serão consultados livros, artigos e trabalhos acadêmicos a fim de caracterizar o contexto onde o problema está inserido e familiarizar o leitor com a linguagem utilizada.

Em seguida, para o desenvolvimento do modelo de decisão, será utilizada a metodologia baseada no processo de análise quantitativa de problemas de decisão. A natureza desta etapa da pesquisa é quantitativa, já que traduz em números as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas e procura descrever a relação entre variáveis (GIL, 2002).

Este processo é utilizado para obter soluções de problemas estruturados, isto é, que apresentam dados conhecidos e quantificáveis, com a utilização da Pesquisa Operacional. Segundo Moreira (2004), o processo pode ser descrito através das etapas a seguir:

a) Definição do problema: Nesta etapa os objetivos e restrições são definidos. É a fase mais crítica e envolve o esforço de transformação de descrições genéricas em um problema estruturado.

b) Desenvolvimento do modelo: Os modelos, representações simplificadas das situações reais, são desenvolvidos nesta fase.

c) Preparação dos dados: Nesta fase são definidas as variáveis não controladas e as variáveis de decisão. As não controladas são definidas pela estrutura, restrições e situação do problema. Apesar de não poderem ser controladas, possuem valores conhecidos. Já as variáveis de decisão, devem ter seu valor determinado pelo analista, constituindo a solução do problema.

d) Solução do Modelo: Esta etapa consiste em determinar a solução ótima para o problema. Se não for possível determinar a solução ótima, deve-se indicar a mais apropriada.

e) Relatório de resultados: A apresentação do relatório é a última etapa de processo, onde são reunidos os resultados obtidos e as considerações de ordem qualitativa. O relatório é apresentado ao tomador de decisão.

Por fim, será realizado um estudo de caso correspondente à aplicação do modelo desenvolvido a um projeto de TI de uma indústria metalúrgica de grande porte. Segundo Gil (2002), o estudo de caso representa uma estratégia de investigação que examina um fenômeno em seu estado natural, empregando múltiplos métodos de recolha e tratamento de dados sobre uma ou algumas entidades (pessoas, grupos ou organizações). Este tipo de pesquisa consiste

em um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

1.4 Organização do Trabalho

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem seu corpo dividido em 5 capítulos.

O capítulo 1 descreve os objetivos do trabalho, a motivação para sua realização, sua relevância na área inserida e a metodologia que será empregada para a sua execução.

O capítulo 2 compreende a revisão bibliográfica e base conceitual necessárias para o entendimento de todos os conceitos utilizados no desenvolvimento do modelo e na realização do estudo de caso. São abordados os temas: Gerenciamento de Projetos, Projetos de Tecnologia de Informação e Métodos Multicritério de Apoio à Decisão.

O capítulo 3 trata do desenvolvimento do modelo de apoio à decisão, que objetiva auxiliar o gerente de projetos de TI na tomada de decisão durante o planejamento e replanejamento das atividades do projeto.

O capítulo 4 traz um estudo de caso, que corresponde à aplicação do modelo apresentado do capítulo 3 a um projeto de tecnologia de informação de uma indústria metalúrgica de grande porte.

O capítulo 5 traz as conclusões do trabalho, apresenta suas limitações, analisa os resultados alcançados e fornece sugestões para futuros trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gerenciamento de Projetos

Projeto é um conjunto de esforços temporários realizados coordenadamente a fim de alcançar um objetivo claro e exclusivo. O caráter temporário advém do fato de que todo projeto possui duração finita e é finalizado quando os objetivos são atingidos, quando se comprovar que os objetivos não poderão ser atingidos, ou quando não houver mais a necessidade do projeto existir (PMI, 2004).

Dessa forma, os projetos são realizados por equipes transitórias, que trabalham durante a sua existência. A natureza temporária do projeto não se estende ao seu resultado, já que os produtos ou serviços produzidos, assim como os impactos causados à sociedade e ao meio ambiente, são geralmente duradouros. A duração de um projeto e a quantidade de pessoas envolvidas nele é extremamente variável. Assim, um projeto pode durar menos de um dia a vários anos, e possuir a participação de poucas a milhares de pessoas.

Os projetos fazem parte do planejamento estratégico de cada organização e são resultados de considerações estratégicas, que podem ser: uma demanda de mercado, uma necessidade organizacional, uma solicitação de um cliente, um avanço tecnológico ou um requisito legal (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Segundo PMI (2004), o objetivo ao qual se destina um projeto pode consistir em um resultado, como documentos ou resultados de pesquisa científica; um produto quantificável e tangível, que pode ser um componente ou um produto final de uma linha de produção; ou a capacidade de realizar um serviço. É importante salientar que o objetivo de cada projeto é único e singular. Dessa forma, podem existir projetos que tragam resultados semelhantes, mas nunca iguais.

Para obter melhor controle gerencial e facilitar a visualização de suas operações, os gerentes de projetos costumam dividir os projetos em fases, agrupando as atividades e seqüenciando-as de forma clara e lógica, dotando o projeto de um ciclo de vida com início, meio e fim. Também pode acontecer das fases serem subdivididas em subfases devido a fatores como tamanho, complexidade, nível de risco e fluxo de caixa (VARGAS, 2002). A transição de fases é geralmente realizada através de transferências técnicas ou entregas, que devem ser revisadas para garantir que a fase anterior tenha sido concluída com êxito. As

revisões de final de fase também são chamadas de saídas de fase, passagens de fase ou pontos de término (PMI, 2004).

O diagrama da figura 1.1, retirado do PMBoK (*Project Management Body of Knowledge*), mostra uma seqüência típica de fases no ciclo de vida de um projeto.

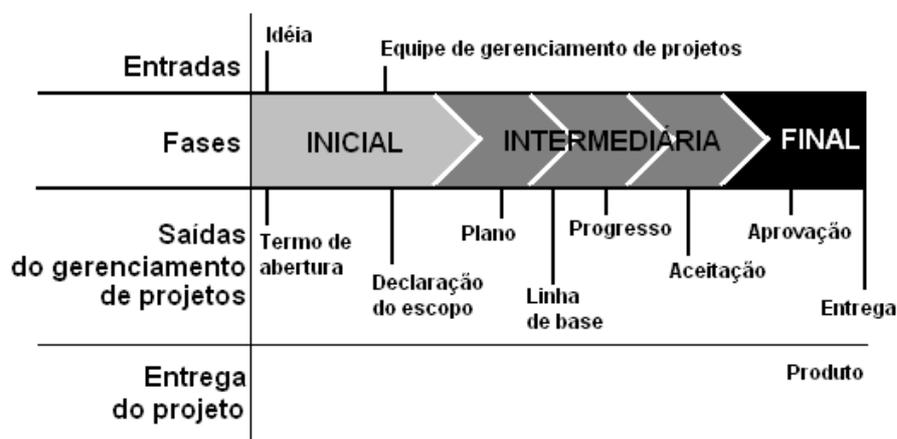


Figura 2.3- Seqüência típica de fases no ciclo de vida de um projeto

Fonte: PMI (2004)

O ciclo de vida do projeto geralmente define qual trabalho deve ser realizado em cada fase, quando as entregas devem ser geradas e como devem ser revisadas, verificadas e validadas, quais os recursos humanos envolvidos em cada fase do projeto e como cada fase deve ser controlada e aprovada. Dependendo do nível de detalhamento dos ciclos de vida, eles podem conter gráficos, formulários e listas de verificação, que oferecem mais estrutura e controle ao gerenciamento do projeto.

PMI (2004) afirma que a maioria dos ciclos de vida possui características em comum, e apresenta algumas como: o fato das fases serem seqüenciais e definidas por algum formulário de transferência de informações; os níveis de custos e de pessoal serem baixos no início, atingirem o valor máximo durante as fases intermediárias e caírem na finalização do projeto. O nível de incerteza e os riscos associados ao projeto, assim como a influência das partes interessadas, são geralmente grandes no início do projeto, e caem de acordo com seu andamento.

De uma forma geral, as fases do ciclo de vida dependem da natureza do projeto. Algumas empresas possuem políticas de padronização dos projetos, de forma que utilizam sempre um único ciclo de vida. Já outras deixam a cargo da equipe de gerenciamento a escolha do melhor ciclo de vida a ser utilizado em cada projeto particular (PMI, 2004). Os

projetos de um mesmo setor possuem, geralmente, ciclos de vida semelhantes. Segue abaixo a descrição das principais fases de um ciclo de vida.

- **Iniciação:** Esta fase dá início ao projeto e consiste em identificar necessidades (da organização) e oportunidades (advindas do mercado ou entidades externas) e transformá-las em problemas estruturados. Também são definidas quais as estratégias deverão ser usadas na resolução do problema. (VARGAS, 2002). Concluída com sucesso, a iniciação confirma o comprometimento da organização no prosseguimento do projeto e define a sua missão e seu objetivo. Comumente são realizadas estimativas de esforços a serem despendidos, em termos dos recursos necessários, custos e prazos, para, assim, o projeto ser autorizado (VALERIANO, 2005).
- **Planejamento:** É a fase responsável pelo detalhamento de todo o projeto e fornece condições para que ele seja executado sem dificuldades e imprevistos. Valeriano (2005) desdobra esta fase em Planejamento preliminar e no Planejamento detalhado. O planejamento preliminar traz um “anteprojeto”, pois fornece informações globais do empreendimento, a previsão dos riscos associados, custos, prazos, recursos e comprometimento necessários. O resultado do projeto é decomposto até o terceiro nível e a organização passa a ter condições de apresentar às partes interessadas as expectativas e condições de negócio. O planejamento detalhado, por sua vez, contempla aspectos relacionados à execução e controle, contendo a definição de todas as atividades e as interdependências entre elas, a utilização dos recursos, os pacotes de trabalho, os processos administrativos, o cronograma, o esquema de controle, a análise de custos, etc. É nesta fase onde são desenvolvidos os planos auxiliares de comunicação, qualidade, riscos, suprimentos e recursos humanos (VARGAS, 2002).
- **Execução:** Tudo o que foi planejado anteriormente é posto em ação durante esta fase. A execução é caracterizada por um intenso trabalho de equipe com muitas ações gerenciais descentralizadas. A execução dos planos auxiliares de cada gestão relacionada ao projeto acontece simultaneamente, e qualquer erro cometido em uma das fases de iniciação e planejamento torna-se explícito. Esta fase consome a maioria do esforço e orçamento associados ao projeto (VALERIANO, 2005).
- **Monitoração e Controle:** O controle acontece paralelamente ao planejamento operacional e à execução do projeto e pode gerar retoques e ajustamentos no planejamento inicial. O objetivo principal desta fase é acompanhar a execução do

projeto e comparar aquilo que está sendo realizado com o que foi planejado, de forma a definir ações corretivas necessárias (VARGAS, 2002).

- **Finalização ou Encerramento:** Depois do projeto concluído, devem ser tomadas providências para a conclusão de contratos, encerramento administrativo, devolução de materiais, espaços, etc. É nesta fase onde deve haver uma avaliação geral do projeto (pela própria equipe de gerenciamento ou por uma auditoria externa) e as “lições aprendidas”, que trazem discussões sobre os pontos de sucesso e falhas ocorridas durante o projeto, devem ser documentadas para consultas futuras (VARGAS, 2002).

Apesar de caracterizadas separadamente, é importante salientar que praticamente todas essas fases acontecem simultaneamente, constituindo um ciclo. O esquema representado na figura 1.2, adaptado de Vargas (2002) mostra o ciclo citado.

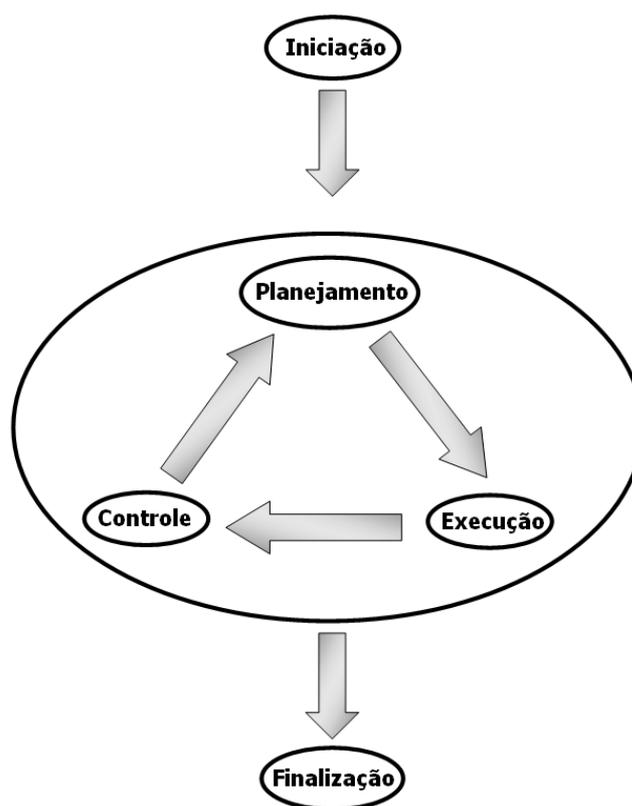


Figura 2.2 - Inter-relacionamento entre as fases em um projeto.

Fonte: Adaptado de Vargas (2002)

Todo projeto apresenta parâmetros definidos, como custos, prazos, pessoal e material envolvidos, recursos utilizados e qualidade desejada, que formam o seu escopo. Não há como estabelecer todos esses parâmetros com exatidão previamente, no início da fase de planejamento. À medida que o projeto se desenvolve, seu escopo torna-se mais claro e específico. Esta característica dos projetos é apresentada pelo PMI (2004) e chamada de elaboração progressiva.

Devido à grande quantidade de incertezas presentes durante todas as fases dos projetos e a característica de elaboração progressiva, torna-se constantemente necessário o replanejamento do projeto. O replanejamento corresponde ao planejamento em nível operacional e consiste em, durante as fases de execução e controle, reprogramar as atividades do projeto e refazer ou ajustar o cronograma e a alocação de recursos, de forma a considerar a nova realidade do ambiente onde o projeto se desenvolve, as novas restrições associadas a ele, os resultados das etapas concluídas e o andamento das atividades que ainda estão sendo realizadas.

O replanejamento é, desta forma, resultado da coexistência das fases de planejamento, execução e controle. Não representa um sinal de falha do projeto ou de mau gerenciamento, e é considerado uma ocorrência normal principalmente em projetos incertos (SLACK *et al*, 2002).

Vargas (2002) define um projeto de sucesso como aquele que é realizado conforme o planejado, sem desvios significantes para mais ou para menos. A natureza das causas que podem levar ao fracasso de um projeto pode ser gerencial ou externa.

Segundo PMI (2004), gerenciar um projeto é aplicar conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às suas atividades a fim de atender aos seus requisitos. Os gerentes de projeto são, assim, os responsáveis pela administração dos processos envolvidos e pela realização dos objetivos dos projetos.

O gerenciamento de projetos evita surpresas, adapta os trabalhos ao consumidor, disponibiliza orçamentos antes do início dos gastos, prevê os riscos, agiliza as decisões, otimiza a alocação de recursos, documenta e facilita estimativas para futuros projetos (VARGAS, 2002).

O gerenciamento de projetos inclui atividades como identificação de necessidades, estabelecimento de metas claras e alcançáveis, balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo e adaptação das especificações aos diversos interesses das partes interessadas. Assim como o planejamento dos projetos, o gerenciamento também

possui elaboração progressiva. Quanto mais se aprende sobre o projeto, maior o nível de detalhes utilizados no seu gerenciamento (PMI, 2004).

Segundo Carvalho e Rabechini (2005), o interesse no gerenciamento de projetos na atualidade se deve ao fato de que na era do conhecimento as “atividades inteligentes” (como as relacionadas a projetos) adicionam mais valor aos bens/serviços, em detrimento das atividades rotineiras. As atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), administração da tecnologia da informação, desenvolvimento de recursos humanos, por exemplo, fazem parte do conjunto de “atividades inteligentes”, com maior importância competitiva para as empresas. Desta forma, tais atividades devem ser cada vez mais administradas eficazmente.

Um grupo de professores e pesquisadores ligados ao PMI (2004) apresentou uma configuração de modelo para o gerenciamento de projetos, buscando inspiração no conceito do PDCA (*plan-do-check-act cycle*), desenvolvido pela área da qualidade. O gerenciamento de projetos começou, desta forma, a ser desenhado através de processos de planejamento, execução e controle. Observou-se, entretanto, que no gerenciamento de projetos as inter-relações são baseadas em restrições de temporalidade, o que torna sua natureza mais complexa. Assim, foram criados novos grupos de processos, onde cada um deles é responsável por uma área de conhecimento específico do gerenciamento. As áreas citadas, geralmente apresentadas individualmente na literatura, são: escopo, prazos, custos, recursos humanos, aquisições (*procurement*), qualidade, comunicação, riscos, todas elas integradas (CARVALHO & RABECHINI, 2005).

Gerenciar projetos implica em administrar com atenção especial três áreas que formam a chamada “restrição tripla”: escopo, tempo e custo. O balanceamento das restrições associadas a estas áreas é fundamental para o sucesso do projeto.

Dentro dos processos do gerenciamento de um projeto, destaca-se o desenvolvimento do seu cronograma. Carvalho e Rabechini (2005) afirma que desenvolver um cronograma factível, respeitando as restrições de tempo presentes em contrato e as limitações de recursos é crucial na gestão de um projeto. Algumas técnicas auxiliam na elaboração do cronograma, sendo as mais difundidas: o Gráfico de Gantt, o *Critical Path Method* (CPM) e o *Program Evaluation & Review Technique* (PERT).

Segundo Carvalho e Rabechini (2005), o diagrama de Gantt mostra as atividades em escala de tempo, mostrando o andamento de cada atividade e sua duração planejada. Sua principal vantagem é a facilidade de compreensão, porém não é adequado para projetos de alta complexidade.

Apesar de ambos terem surgido ao final da década de 1950, o PERT e o CPM foram desenvolvidos de diferentes maneiras, sendo o primeiro utilizado inicialmente em um escritório de projetos da marinha americana e o segundo nos setores de construção e projetos industriais. Os métodos apresentam passos comuns, a saber:

1. Definir todas as atividades significativas;
2. Desenvolver os relacionamentos entre as atividades;
3. Fazer uma representação em rede dos relacionamentos definidos na etapa anterior;
4. Estimar tempo e recursos para cada atividade;
5. Calcular o caminho crítico (mais longo) da rede.

O que difere um método do outro é a maneira como são realizadas as estimativas de tempo (passo 4). O PERT utiliza um sistema estocástico baseado em três estimativas para determinação da data mais provável de término, enquanto que o CPM adota apenas uma estimativa de duração por atividade (CARVALHO & RABECHINI, 2005).

2.2 Projetos de Tecnologia da Informação

Um novo sistema computacional implica em inúmeros sistemas novos e em uma nova tecnologia desconhecida para muitos dos participantes da organização. Desta forma, em um projeto de TI, cria-se também um novo sistema para o desenvolvimento de sistemas, novos sistemas de aplicação e diferentes sistemas de controle, gerando novos padrões de trabalho para todos os envolvidos (HINDE, 2005). A introdução de um novo sistema não afeta somente o equipamento computacional no qual será inserido, mas também todo o ambiente no qual ele opera.

As principais características dos projetos de TI são: complexidade oculta, exigências abstratas, tendência à falha do software, dificuldade de visualização, percepção excessiva de flexibilidade, incerteza, e objetivo de mudar as características dos processos existentes no negócio (RODRIGUEZ-REPISO *et al.*, 2007).

Segundo os autores, estes aspectos podem levar a expectativas irrealistas, entregas fora do prazo, dificuldade na definição de especificações, projetos de ambição elevada, pedidos freqüentes de mudanças, gastos acima do orçamento, problemas na implementação do sistema específico e detecção tardia de problemas. Além destas conseqüências diretas das características deste tipo de projetos são citadas algumas dificuldades típicas do processo de gerenciamento de projetos de TI, como: projetos de TI são geralmente mal definidos e, em alguns casos, poucas lições podem ser aprendidas com experiências passadas; projetos de TI

envolvem uma grande quantidade de contínuas interações entre as pessoas envolvidas com o design e com a implementação, fazendo com que o seu trabalho seja altamente interdependente e necessite de uma eficiente comunicação dentro do time do projeto; projetos de TI apresentam um enorme grau de inovação em relação a outros projetos de engenharia, o que os torna extremamente complexos, arriscados e de esforço oneroso.

Hinde (2005) apresentou um levantamento sobre os motivos pelos quais os projetos de TI falham. As principais falhas apresentadas no desenvolvimento de sistemas computacionais foram: gastos acima do orçamento, atrasos na entrega, falta de economia ou de funcionalidade (ou usabilidade) requerida pelo negócio e pelos usuários, riscos não considerados, falta de controle efetivo sobre o desenvolvimento do processo e ausência de investimentos suficientes no treinamento do pessoal de staff e nas perspectivas dos usuários.

Guimarães *et al.* (2008) apresentaram uma pesquisa sobre gerenciamento de projetos de TI realizada na região metropolitana do Recife (PE). Através de aplicação de questionário, respondido diretamente por gestores de projetos, as autoras puderam identificar tendências atuais da utilização de ferramentas gerenciais e percepções dos gerentes acerca de um eficaz gerenciamento de projetos.

A pesquisa identificou que 62,5% dos gerentes afirmaram considerar o gerenciamento do escopo “muito importante” e 75% afirmaram considerar o gerenciamento do tempo como “muito importante”. Entretanto, ao serem questionados sobre a utilização de ferramentas como a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e a técnica PERT/CPM, concluiu-se que uma boa parte não conhece ou não aplica estas ferramentas essenciais ao gerenciamento eficaz das áreas citadas.

Do total de entrevistados que declararam considerar o gerenciamento de escopo como “muito importante” (62,5%), 30% afirmaram que não utiliza esta ferramenta. Já em relação à utilização da técnica PERT/CPM, do total de 75% que classificaram o gerenciamento de tempo como “muito importante”, apenas 62,5% declararam utilizar a técnica. Observou-se, desta forma, que apesar de julgar estas duas áreas do gerenciamento como importantes, uma boa parte dos gerentes não utiliza as ferramentas citadas, permitindo identificar a carência de conhecimentos de importantes práticas de gerenciamento de projetos (GUIMARÃES *et.al*, 2008).

Nesta mesma pesquisa, os gestores de projetos foram questionados sobre a existência de atrasos nos projetos e sobre as medidas mitigadoras que utilizam para reduzir esses atrasos. Dos entrevistados, 100% responderam que geralmente ocorrem atrasos nos projetos e

afirmaram adotar medidas mitigadoras. A maior parte afirmou que tenta reduzir os atrasos do projeto através do compartilhamento de recursos. Esta medida, entretanto, está relacionada a conseqüências que afetam diretamente os membros dos projetos, tais como: redução do desenvolvimento de competências e de experiências individuais prolongadas em determinadas funções e responsabilidades, pressões relacionadas ao tempo de execução das atividades e reações psicológicas de stress no ambiente organizacional. Este resultado evidencia que falhas no planejamento do cronograma do projeto podem atingir outras áreas do projeto e reforça a necessidade do gerenciamento eficaz do tempo do projeto (GUIMARÃES *et.al*, 2008).

2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão

Diversos problemas de decisão encontrados freqüentemente tanto no meio empresarial quanto social podem apresentar características que tornem sua resolução complexa. Entre elas, citam-se: a presença de mais de um critério de resolução e a existência de conflitos entre pelo menos dois deles, onde o ganho de um critério pode causar perda do outro; o fato das alternativas e critérios não serem claramente definidos e a conseqüência de escolha de cada alternativa não ser claramente compreendida; as restrições do problema não serem bem definidas; a solução de o problema ser de responsabilidade de um grupo de pessoas com interesses conflitantes; alguns critérios não serem quantificáveis e apresentarem natureza diferente dos demais; entre outras (GOMES *et al*, 2002).

Um problema que apresente mais de um critério para avaliação da melhor alternativa é chamado de problema multicritério. Este, por sua vez, pode apresentar uma quantidade finita de alternativas, sendo denominado de discreto, ou pode ser dito contínuo, quando o número de alternativas pode ser pensado como infinitamente grande.

Na década de 70, começaram a surgir os primeiros métodos de apoio a problemas discretos de decisão multicritério, que vieram dar suporte ao processo decisório de problemas complexos que apresentassem pelo menos algumas das características citadas. Estes métodos não visam à indicação da melhor solução, mas apoiar o processo decisório, por meio da recomendação de ações (GOMES *et. al*, 2002).

Os métodos contínuos são, basicamente, métodos de programação matemática com mais de uma função objetivo. São também chamados de métodos de otimização multicritério

Os métodos de apoio a problemas discretos de decisão (AMD) têm como pressuposto a aceitação da subjetividade nos processos decisórios. Gomes *et. al* (2002) apresentam algumas vantagens de utilização do AMD, como o fato de ele ser constituído de métodos

lógicos e transparentes, permitirem liberdade de ambigüidade para interpretações dos dados de entrada e que os julgamentos de valor sejam exercidos em escalas cardinais ou verbais.

Gomes *et. al* (2002) também explicam que o AMD pode ter uma visão prescritiva ou construtivista dos problemas. A visão construtivista facilita construir o modelo de preferência dos decisores para a situação em estudo, permite o envolvimento dos atores do processo de decisão durante todas as fases do processo de apoio à decisão e leva em consideração aspectos subjetivos do grupo de decisores. Já a prescritiva admite o envolvimento dos decisores apenas na estruturação do problema e descreve primeiramente um modelo de preferência.

O contexto do apoio à decisão pode apresentar quatro tipos de problemática, que caracterizam o tipo do problema tratado e guiam na escolha do método adequado para sua resolução.

A problemática $P\delta$ (descrição) objetiva esclarecer a decisão por uma descrição em uma linguagem adequada, enquanto que a problemática $P\beta$ (classificação) visa recomendar a triagem das alternativas em categorias (classes) preestabelecidas, podendo ser ordenadas ou não. A problemática $P\alpha$ (seleção), por sua vez, recomenda a escolha da melhor alternativa, e a problemática $P\gamma$ (ordenação) tem como objetivo a recomendação de uma ordenação das alternativas (ROY & BOUYSSOU, 1993).

Na utilização de métodos multicritério de decisão, dois caminhos podem ser utilizados na análise de alternativas. O primeiro consiste em identificar a utilidade de cada uma delas, agregando os valores em uma só função de utilidade. Os métodos que apresentam essa característica são denominados compensatórios, já que podem favorecer ações não balanceadas; aquelas cuja performance é excelente sob algum aspecto, mas que é sofrível nos demais. O outro utiliza uma metodologia onde o decisor pode estabelecer a importância relativa a cada critério, sendo chamados de não compensatórios. Estes métodos favorecem as ações mais balanceadas, beneficiando as alternativas que possuem uma melhor performance média (COSTA *et. al*, 2005).

Gomes *et. al* (2002) apresentam a classificação de algoritmos multicritério, quanto à teoria principal em que se baseiam, segundo: a Escola Americana, a Escola Francesa (ou Européia), ou como Métodos Interativos.

Os métodos interativos são aplicados em Sistemas Informáticos Interativos (SII) para apoiar os processos decisórios principalmente quando estes envolvem atividades complexas e mal estruturadas. São divididos em: métodos de pesquisa de linha, de redução de espaço de

pesos, de redução do espaço das funções objetivo e de contração de cone dos gradientes das funções objetivo.

A classificação segundo a Escola Americana permite a definição de uma função que busca agregar os valores de cada alternativa sujeita a cada critério. Dessa forma, há o problema de identificação da taxa de substituição de um critério em relação ao outro. A teoria em que se baseia a Escola Americana assume que não existe a incomparabilidade entre os estados, e há transitividade nas relações de preferência e indiferença. Dessa forma, a função de utilidade é obtida por meio de análises multicritério e tem como meta agrupar os múltiplos critérios, auxiliando o processo de tomada de decisão.

Entre os métodos multicritério de decisão, destaca-se a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT), o único método que recebe o nome de teoria. O MAUT apresenta toda uma estrutura axiomática e possui uma lógica compensatória entre os critérios, de modo a se obter uma função de sínteses que agregue todos os critérios numa única função analítica. O SMART (*Simple Multi-attribute Rating Technique*) é outro método que utiliza agregação aditiva inserido na Escola Americana. O método simplifica as hipóteses no processo de análise e a obtenção das constantes de escalas (GOMES *et al*, 2002).

Entre os métodos da Escola Americana, destaca-se ainda o AHP (*Analytic Hierarquy Process*), um dos métodos multicritério de apoio à decisão mais utilizado. Ele baseia-se na decomposição do problema de decisão em níveis hierárquicos, facilitando a compreensão e avaliação do problema (GOMES *et. al*, 2002).

A Escola Francesa, por sua vez, admite modelagem mais flexível, incomparabilidade e ausência de transitividade de preferências e/ou indiferença.

Gomes *et. al* (2002) denomina a família de métodos ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*) como “o coração” da Escola Francesa. Estes métodos aplicam uma série de processos de análise sobre as ações pertencentes ao conjunto de alternativas, que são dispostas em uma matriz com os critérios para análise, considerando pesos para cada um deles.

Os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) estão inseridos na escola francesa e destacam-se por envolver parâmetros e conceitos relacionados à física ou economia, que são facilmente entendidos pelo decisor (GOMES *et. al*, 2002). Apresentam duas etapas, consistindo a primeira em determinar uma relação de sobreclassificação e a segunda em explorar essa relação no apoio à decisão

(ALMEIDA e Costa, 2003). A próxima seção traz em detalhes os princípios e as etapas de aplicação desta família de métodos, apresentando ênfase nos métodos PHOMETHEE I e II.

A escolha de um método multicritério de apoio à decisão deve consistir na avaliação do problema analisado, do contexto considerado e da estrutura de preferências do decisor e da problemática envolvida.

2.3.1 A Família de Métodos PROMETHEE e os Métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II

Segundo Brans e Mareschal (2002), durante a utilização dos métodos PROMETHEE, o decisor deve estabelecer para cada critério um peso, que será tão maior quanto for a importância do critério. De acordo com a forma como a preferência do decisor aumenta com a diferença entre o desempenho das alternativas para cada critério, ele pode definir uma função que assume valores entre 0 e 1. Os valores desta função e as preferências associam-se da seguinte forma:

$F(a,b) = 0$: Preferência por a ou b é indiferente

$F(a,b) \approx 0$: Leve preferência por a em relação a b

$F(a,b) \approx 1$: Forte preferência por a em relação a b

$F(a,b) = 1$: Preferência estrita a a em relação a b

O PROMETHEE apresenta seis formas diferentes do decisor representar suas preferências, denominados critérios gerais. A tabela 1 apresenta esses critérios e as funções relacionadas a cada um deles.

Para a utilização do método PROMETHEE, deve-se determinar um limite de indiferença (q), abaixo do qual pode-se indicar indiferença entre duas alternativas em relação a um critério, e um limite de preferência (p), acima do qual há uma preferência restrita de uma alternativa em detrimento da outra, também em relação a um determinado critério.

A partir das intensidades de preferências, obtém-se o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ ou índice de preferência estabelecida, que indica o quanto uma alternativa é preferível em detrimento da outra, sendo calculado como segue:

$$\pi(a,b) = \frac{1}{w} \sum w_j F_j(a,b) \quad (2.1)$$

onde w_j é o peso que representa a importância relativa do critério j e $w = \sum w_j$.

A partir destes cálculos, sendo n a quantidade de alternativas, uma tabela $n \times n$ de $\pi(a, b)$ para todas as alternativas pode ser desenvolvida. $\pi(a, b)$ expressa com que grau a é

preferível a b e $\pi(b, a)$ expressa com que grau b é preferível a a , considerando todos os critérios (BRANS & MARESCHAL, 2002).

Tabela 2.1 – Critérios gerais para o PROMETHEE

Fonte: Almeida e Costa (2002)

1 - Critério usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$	$F(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$F(a,b) = 0$
2 - Quase-critério	$g_j(a) - g_j(b) > q$	$F(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
3 - Limite de preferência	$g_j(a) - g_j(b) > p$	$F(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq p$	$F(a,b) = [g_j(a) - g_j(b)]/p$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$F(a,b) = 0$
4 - Pseudo-critério	$ g_j(a) - g_j(b) > p$	$F(a,b) = 1$
	$q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$	$F(a,b) = 1/2$
	$ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
5 - Área de indiferença	$ g_j(a) - g_j(b) > p$	$F(a,b) = 1$
	$q < g_j(a) - g_j(b) \leq p$	$F(a,b) = (g_j(a) - g_j(b) - q)/(p - q)$
	$ g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$F(a,b) = 0$
6 - Critério gaussiano	$g_j(a) - g_j(b) > 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F(a,b)$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$= 0$

Depois do cálculo do grau de sobreclassificação, devem ser determinados os fluxos de sobreclassificação, explicitados abaixo.

▪ **Fluxo positivo de sobreclassificação (fluxo de saída): $\phi^+(a)$**

Indica a intensidade de preferência de a sobre todas as alternativas, expressando o caráter sobreclassificador da alternativa. É dado por:

$$\varphi_+(a) = \sum \pi(a,b)/n - 1 \quad (2.2)$$

▪ **Fluxo negativo de sobreclassificação (fluxo de entrada): $\varphi_-(a)$**

Indica a intensidade de preferência de todas as alternativas sobre a . É dado por:

$$\varphi_-(a) = \sum \pi(b,a)/n - 1 \quad (2.3)$$

▪ **Fluxo líquido de sobreclassificação: $\varphi(a)$**

Expressa o balanço entre o poder e a fraqueza da alternativa. É dado por:

$$\varphi(a) = \varphi_+(a) - \varphi_-(a) \quad (2.4)$$

Os métodos PROMETHEE I e II apresentam problemática $P\gamma$ (ordenação). O método PROMETHEE I fornece uma pré-ordem parcial, através das relações entre as alternativas duas as duas, obtidas através da intercessão entre os fluxos apresentados, conforme explicitado por Brans e Mareschal (2002):

$a P b$ se:

$$\varphi_+(a) > \varphi_+(b) \text{ e } \varphi_-(a) < \varphi_-(b) \quad (2.5)$$

$$\varphi_+(a) = \varphi_+(b) \text{ e } \varphi_-(a) < \varphi_-(b) \quad (2.6)$$

$$\varphi_+(a) > \varphi_+(b) \text{ e } \varphi_-(a) = \varphi_-(b) \quad (2.7)$$

$a I b$ se:

$$\varphi_+(a) = \varphi_+(b) \text{ e } \varphi_-(a) = \varphi_-(b) \quad (2.8)$$

$a R b$ em outros casos.

Onde P , I e R representam, respectivamente, preferência, indiferença e incomparabilidade.

Quando $a P b$, um maior poder de a está associado a uma menor fraqueza de a , diz-se então que a alternativa a é preferível a alternativa b . Quando $a I b$, ambos os fluxos positivo e negativo são iguais, e as alternativas são ditas indiferentes. Quando $a R b$, um maior poder de uma alternativa está associado a uma menor fraqueza de outra. Isso ocorre quando um alternativa é considerada boa num conjunto de critérios nos quais a outra alternativa é considerada fraca, e o inverso também. Como as informações de ambos os fluxos são consistentes, as alternativas são consideradas incomparáveis.

A partir destas informações, é possível chegar à uma ordenação parcial das alternativas, que apoiará o processo de decisão. A ordenação é dita parcial pois existem relações de incomparabilidade entre as alternativas, que não permitem a construção de uma ordenação completa.

Já o método PROMETHEE II fornece uma pré-ordem completa, a partir do fluxo líquido de sobreclassificação (ϕ). Este fluxo une as informações dos fluxos positivo e negativo de cada alternativa, como pode ser observado na Equação (2.4). Relacionando as alternativas em ordem decrescente, obtemos uma ordenação completa entre as alternativas. Se os fluxos líquidos de sobreclassificação de duas ou mais alternativas foram iguais, elas são ditas indiferentes, porém o método PROMETHEE II não estabelece relações de incomparabilidade entre as alternativas (BRANS & MARESCHAL, 2002).

2.4 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão como Ferramenta de Apoio para o Gerenciamento de Projetos

Freqüentemente, as empresas gerenciam vários projetos que compartilham recursos limitados, e, durante o desenvolvimento dos cronogramas, vêm levando em consideração outros fatores além do tempo de duração de cada projeto. Lova *et al.* (2000) apresentaram um método heurístico para a melhoria da alocação de recursos na programação de multiprojetos. O algoritmo apresentado inclui os seguintes aspectos: tempo, continuidade do projeto, estoque de material em processamento, nivelamento de recursos e recursos ociosos. O tempo é considerado na primeira fase do método, onde são utilizadas as técnicas *Forward* e *Backward pass* iterativamente, uma utilizando a saída da outra à procura da melhor programação. Também foram utilizadas regras paralelas de prioridade, como a MAXTWTX (*Maximum Total Work Content*) e a MINLFT (*Minimum Latest Finish Time*). Na segunda fase do método, foram considerados os critérios não associados ao tempo. Além da utilização iterativa das técnicas de *Forward* e *Backward pass*, as técnicas também foram utilizadas de forma isolada. Nota-se que os resultados apresentados pela segunda fase nunca irão influir de forma negativa no resultado encontrado na primeira fase.

Ainda dentro do contexto de controle de projetos, os autores concluem que, quando há um atraso inevitável durante a execução dos projetos, o gestor pode reprogramá-los determinando novas datas de início e término das atividades. Dessa forma, tornam-se claras a necessidade de informação e de utilização da análise *what-if* que permitem um controle mais fácil dos projetos.

Mahdi e Alreshaid (2005) apresentaram um sistema de apoio à decisão para seleção do método mais apropriado de entrega de projetos utilizando o modelo analítico multicritério de decisão AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Os autores partem do pressuposto que, enquanto que nenhuma opção de entrega é perfeita, uma opção deve ser melhor que outra, baseando-se em exigências únicas de um projeto particular. Os modelos de entrega discutidos pelos autores foram: o *Design – bid – build*, o *Design – build*, *Construction Management at Risk* (CMR) e *Construction Management Agency* (CMA). Foram apresentados 34 diferentes fatores relevantes no processo da seleção do modelo de entrega do projeto. Esses fatores foram divididos em 7 áreas, que foram avaliadas e receberam diferentes níveis de importância. A análise realizada com o uso do AHP concluiu que o modelo *Desing Build* é a opção mais apropriada quando são consideradas todas as áreas. Foi realizada também análise de sensibilidade, que permite que o decisor avalie como as soluções apresentadas seriam afetadas por mudanças na importância relativa dos objetivos.

Pinho (2006) descreveu uma metodologia que visa apoiar a decisão quanto à priorização de projetos de tecnologia da informação a serem executados, também utilizando o método AHP, juntamente com técnicas de *data mining* (KDD). Segundo a autora, as técnicas foram utilizadas por se mostrarem adequadas ao propósito de identificar os padrões de comportamento de projetos que tendem a ser bem-sucedidos ou não.

O método apresenta as seguintes etapas: obtenção de critérios através de aquisição de conhecimento; processo de KDD (análise exploratória de dados - projetos da série histórica e classificação *fuzzy* dos projetos candidatos); processo de apoio multicritério à decisão (utilização do AHP) e apoio à decisão final. Três casos de aplicação da metodologia são apresentados pela autora (PINHO, 2006).

Merrick (1994) propôs um sistema de suporte à decisão e negociação em grupo para problemas multicritério com um número discreto de alternativas para decisão. Na maioria dos sistemas utilizados atualmente, as preferências dos decisores são informadas em forma de números exatos, e estas informações são utilizadas em ferramentas interativas com uso de modelagem matemática. Problemas reais que envolvem critérios subjetivos, no entanto, apresentam a avaliação das alternativas existentes em termos lingüísticos. A avaliação de informações sobre o conforto de um determinado item, por exemplo, pode ser classificada como “muito pobre”, “pobre”, “média”, “boa” e “excelente”. É necessário, desta forma, que métodos multicritério com a lógica *fuzzy* sejam utilizados para avaliar e processar as informações lingüísticas e as avaliações dos decisores sobre um critério de decisão. Para

problemas com alternativas discretas, a análise tende a iterar entre duas fases: investigação de preferências individuais e movimentos tentativos para uma solução em grupo.

Embora o sistema apresentado ilustre um problema de alternativas discretas, uma aproximação para problemas com um conjunto explícito de restrições (problemas de programação matemática) também pode ser utilizada. Além disso, o número de níveis hierárquicos e degraus de sofisticação da lógica *fuzzy* podem ser adaptados de acordo com os requisitos de cada problema, assim como outros operadores, além da média, podem ser utilizados (MERRICK, 1994).

Freqüentemente, problemas de decisão multicritério requerem a inclusão de informações sobre as importâncias associadas a cada critério. Estas informações executam um papel fundamental na comparação entre alternativas, bem como os respectivos níveis de satisfação de cada critério. O nível de satisfação de um critério indica o valor mínimo que ele deve assumir para que a alternativa seja considerada uma possível solução, independentemente do valor associado aos outros critérios. Um exemplo é a avaliação de uma alternativa através dos critérios de segurança e economia. Uma possível solução para o problema deve apresentar um valor mínimo para a segurança, independente do valor financeiro considerado (YAGER, 2004).

Yager (2004) tratou de problemas multicritério de decisão quando há priorização de critérios, mostrando como esta priorização pode ser modelada utilizando pesos de importância. No seu estudo, foram utilizados o paradigma de *Bellman-Zadeh* e o método da Média Ponderada Ordenada (OWA).

Miranda *et al.* (2003) apresentaram um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) para suportar o gerenciamento de projetos, atendendo a múltiplos critérios e envolvendo prazos, custos e aspectos relacionados ao desempenho de uma organização.

O modelo explicado utiliza primeiramente a técnica PERT/CPM para identificar atividades que são críticas – aquelas que fazem parte do caminho mais longo com folga zero. Depois, para priorização das atividades não críticas, são elencadas as atividades com folga maior que zero, e definidos os critérios (que envolvem outras questões além da restrição tripla). Por fim, é utilizado o método ELECTRE I, que fornecerá suporte à tomada de decisão (MIRANDA *et al.*, 2003).

Segundo Miranda *et al.* (2003), esta priorização de atividades pode acontecer inúmeras vezes, sempre que for necessário o replanejamento do projeto. O SAD desenvolvido pelos

autores apresenta alta interatividade e flexibilidade com o usuário e permite a análise de diferentes cenários, o que torna sua aplicação mais refinada.

Os fornecedores exercem papéis fundamentais no gerenciamento de projetos, estando envolvidos em uma rede de atividades conectadas que, se não desenvolvidas de forma adequada, podem comprometer o sucesso do projeto. Assim, destaca-se a necessidade de selecionar fornecedores qualificados, comprometidos com os objetivos do cliente e capazes de empreender os projetos solicitados. Alencar *et. al.* (2007) trataram da seleção de fornecedores para projetos do setor privado, apresentando um modelo que considera os múltiplos objetivos dos decisores, assegurando a qualidade do produto final.

O modelo apresenta as seguintes etapas: identificação dos objetivos do cliente, seleção de projetistas, seleção de construtora (que envolve filtro, pré-seleção, submissão de propostas, engenharia simultânea) e seleção de subcontratadas. Um método multicritério de apoio à decisão em grupo deve ser utilizado na etapa de pré-seleção da construtora (ALENCAR *et al.*, 2007).

Os autores concluem que a adoção da sistemática apresentada pode contribuir significativamente para o sucesso do projeto. No entanto, é adequada para projetos grandes e complexos, para que sejam disponibilizados considerável tempo e custo para o processo seletivo. Apesar de contextualizado para a construção civil, o modelo pode ser aplicado para outros tipos de projeto, sendo realizadas as adaptações necessárias.

Mota e Almeida (2007) trataram de problema de priorização de atividades de projetos de construção, quando acontecem vários projetos em paralelo. Os autores desenvolverem um método multicritério ELECTRE IV-H, baseado no ELECTRE IV, apresentando uma diferente abordagem para as relações de sobreclassificação, utilizada quando os decisores não podem estabelecer a importância relativa entre os critérios. Foi apresentada uma aplicação numérica do método proposto para um problema de construção de subestações elétricas, que mostrou-se coerente e permitiu a análise mais criteriosa do processo de gestão de projetos.

3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

3.1 Contextualização do Problema

Como explicado na seção 2.1, o planejamento não é um processo único, já que está sujeito a mudanças do cenário do projeto e do seu ambiente externo. À medida que o projeto vai sendo realizado, há necessidade da elaboração de planejamentos a médio e a curto prazo, e é comum a realização de replanejamentos.

Durante o desenvolvimento destes planejamentos, o gerente de projetos muitas vezes se depara com a necessidade de priorizar as atividades do projeto, de forma a adaptar a programação de suas atividades à nova realidade, que pode vir a apresentar novas restrições de tempo e recursos.

A priorização também é necessária para identificar as atividades que necessitam de uma atenção maior do gerente, pois não é possível gerenciar e monitorar todas as atividades do projeto com a mesma atenção. Algumas atividades estão mais sujeitas a sofrerem alterações durante a execução do que outras, e o gerente do projetos deve dedicar um maior esforço no seu monitoramento e controle. Outras estão ligadas diretamente ao sucesso do projeto e exigem tomadas de decisão em curto prazo. Essas decisões de priorização são, então, tomadas repetidamente durante cada fase do projeto (MOTA & ALMEIDA, 2007).

Segundo Pinho (2006), o processo que envolve a tomada de decisão é, na maioria das vezes, multidisciplinar, multiobjetivo e multicritério, o que praticamente impossibilita ao planejador chegar sozinho a uma decisão que atenda aos interesses de todos e que seja livre de preconceitos.

Em 1955, Wateridge investigou os principais critérios pelos quais os sucessos dos projetos de TI são avaliados, e os fatores que contribuem para o fracasso desses tipos de projeto. Segundo o autor, as pessoas envolvidas devem chegar a um claro acordo no início do projeto sobre como este será avaliado, e quais critérios irão determinar seu sucesso. Muitos autores, inclusive, estabeleceram três critérios de sucesso: orçamento, prazo e requisitos e especificações do usuário. Esta abordagem, no entanto, tem como limitação o fato de não levar em consideração outros critérios (como a qualidade e satisfação de necessidades do time do projeto).

Além disso, a pesquisa realizada através de entrevista com diversas partes interessadas nos projetos permitiu ao autor concluir que muitos gerentes não levam em consideração os

fatores que os usuários acham importantes, o que contribui significativamente para as falhas dos projetos.

No tratamento de problemas de TI, o decisor estará diante de um cenário com um volume considerável de informações que se cruzam, questões paralelas e concorrentes. Os problemas de decisão em TI possuem múltiplos critérios definidos, tanto quantitativamente quanto qualitativamente. A função dos sistemas que apóiam a tomada de decisão é justamente auxiliar e otimizar todo esse processo, a fim de que a melhor solução possível seja encontrada. Dessa forma, recomenda-se a utilização do processo de apoio multicritério à decisão para solução desse tipo de problema (PINHO, 2006).

3.2 Modelo

O modelo multicritério de priorização de atividades apresentado por este trabalho deve ser utilizado na elaboração de planejamentos a médio ou curto prazo, na programação das atividades a serem realizadas em um horizonte de tempo de 3 meses ou menor. Ele foi desenvolvido com base no modelo apresentado por Andrade *et al.* (2008) que por sua vez tem como base os modelos descritos por Alencar *et al.* (2003), Miranda e Almeida (2002) e Miranda e Almeida (2003).

Durante a realização de um projeto, o replanejamento pode ser necessário devido à falta de recursos ou outros imprevistos decorrentes do ambiente onde o projeto está inserido. A figura 3.1 apresenta um fluxograma com as etapas de aplicação do modelo.

Primeiramente, durante o desenvolvimento do planejamento a médio ou curto prazo de um projeto, o gerente deve analisar as disponibilidades de recursos e de tempo para realização das atividades programadas no período considerado. A partir desta análise, será possível identificar o grupo de atividades que está programado e não poderá ser totalmente realizado nas datas previstas devido a restrições de prazos e/ou de recursos, como fluxo de caixa, recursos humanos, materiais e equipamentos. Neste momento, é importante que o gerente analise se será possível fornecer a atenção requisitada a todas as atividades do projeto programadas para o período, identificando se é necessária a postergação de alguma(s) dela(s), para que seja fornecida a atenção exigida para cada atividade.

Se o gerente identificar a necessidade de reprogramação das atividades, pois existem restrições de tempo ou recursos que impedem a realização da programação inicial do projeto, é percebida a necessidade de priorizar as atividades desde período, para determinar quais serão executadas conforme o previsto e quais serão postergadas.

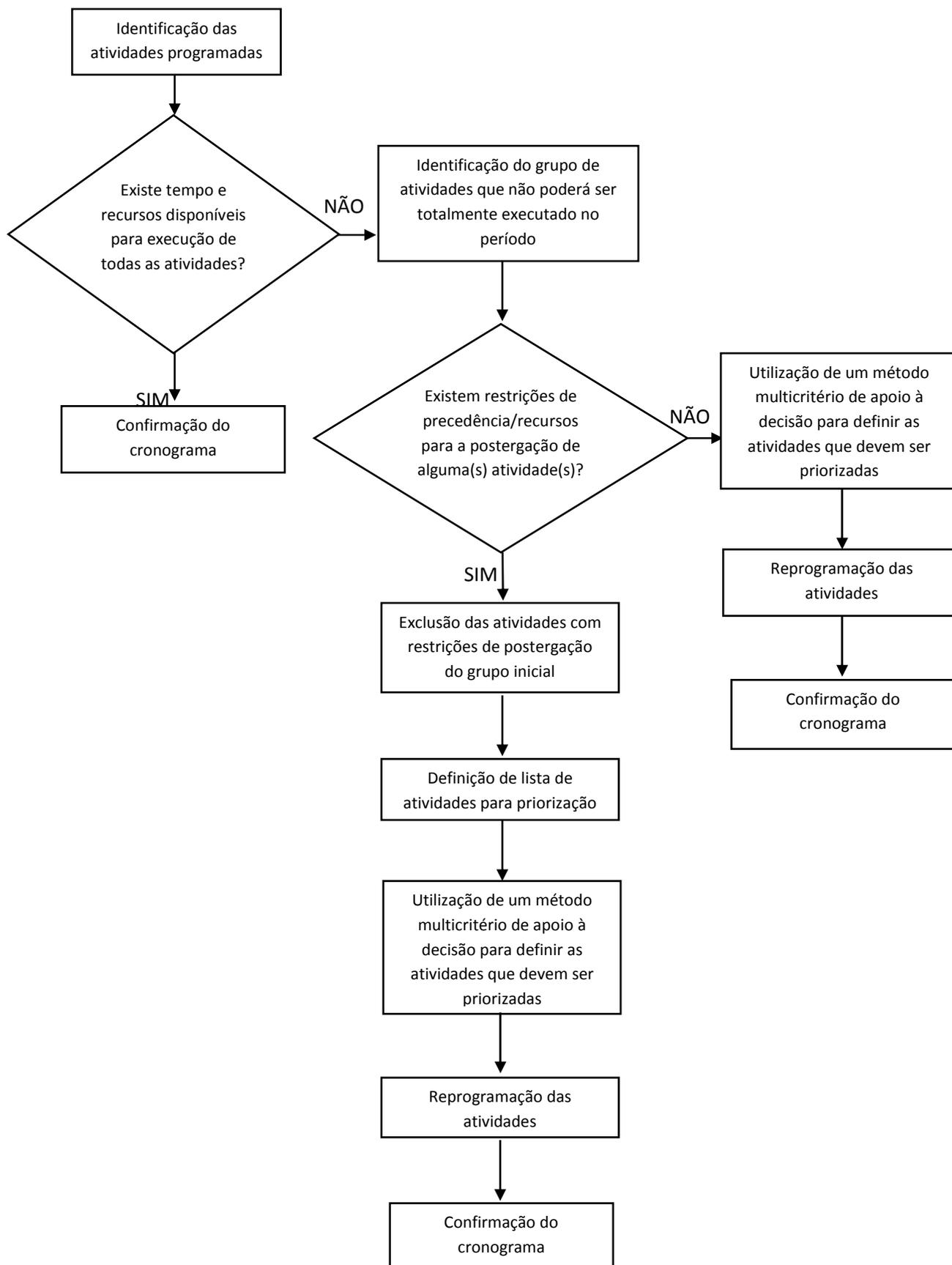


Figura 3.1 – Fluxograma do processo de aplicação do modelo proposto

Devem ser elencadas, desta forma, todas as atividades do período crítico, quando a programação não poderá ser totalmente cumprida. Depois, é necessário analisar se alguma(s) atividade(s) deste grupo não podem ter sua programação modificada (não pode(m) ser postergada(s)), devido a restrições de precedências e/ou recursos.

Uma atividade deste período crítico pode ser fundamental para o sucesso do projeto, e apresentar a necessidade de ser executada de acordo com sua programação inicial. Por exemplo, o recurso capaz de realizar a atividade pode estar disponível apenas naquele momento previamente programado, ou a postergação da atividade pode não atender a uma necessidade de um dos *stakeholders*, ou ainda comprometer o funcionamento do sistema de produção envolvido. Estas atividades são, portanto, obrigatoriamente executadas no prazo previsto, mesmo que isto incorra em busca de recursos extras e superação de orçamento. Desta forma, depois de identificadas, as atividades que não podem ter sua programação modificada são retiradas do grupo inicial. Retiradas estas, obtemos a lista de atividades para priorização.

A partir desta lista de atividades aplica-se um método multicritério de apoio à decisão, para que uma atividade ou um grupo de atividades seja priorizado, e desta forma seja possível realizar uma reprogramação das atividades. Na aplicação do método, é importante a utilização de critérios fornecidos pelo gerente de projetos, e com ele devem ser elicitados os parâmetros requeridos.

A nova programação resultante de todo este processo considera, portanto, a nova realidade do projeto, o adaptando às mudanças do ambiente que o envolve e contribuindo para o seu sucesso.

4. ESTUDO DE CASO

O modelo apresentado neste trabalho será aplicado a um projeto de tecnologia de informação de uma companhia multinacional produtora e gerenciadora de usinas de alumínio primário, alumínio industrializado e alumina. A empresa atende aos mercados aeroespacial, automotivo, de embalagens, construção, transporte comercial e industrial. Presente em 34 países, tem 97.000 funcionários e é mundialmente conhecida pela importância que atribui à segurança de seus colaboradores.

4.1 O Projeto de TI

O projeto de TI estudado tem como objetivo modificar o sistema de informação, sobretudo no chão de fábrica, em das unidades da companhia. O novo sistema apresenta uma nova tecnologia e linguagem de programação, envolvendo as seguintes áreas da empresa: Comercial, Financeira, Planejamento e Controle da Produção, Produção, Qualidade e Expedição. A quantidade de usuários do novo sistema aproxima-se de 600. Observa-se, desta forma, a abrangência do projeto, que apresenta inúmeros *stakeholders*, conta com uma equipe de mais de 100 pessoas de diversos países e tem duração prevista de 2 anos.

Devido à existência de diferentes nacionalidades entre os integrantes da equipe do projeto, o mesmo é gerenciado em inglês. Sendo assim, neste trabalho alguns termos técnicos da gestão do projeto serão mantidos na linguagem utilizada pelo time do projeto.

O projeto é gerenciado segundo o sistema *Order-to-Cash*, utilizado em todos os projetos da companhia. Os recursos do projeto são divididos em várias frentes de trabalho, que apresentam um papel específico em cada uma das fases do projeto. A figura 4.1, adaptada da documentação da equipe do gerenciamento, mostra as 6 frentes de trabalho e as grandes fases nas quais o projeto foi dividido.

A figura 4.1 apresenta, através das barras horizontais, a participação de cada frente de trabalho em cada fase do projeto. Quanto mais larga a barra, maior é a participação e o esforço da frente de trabalho na fase correspondente.

Na fase P0, *Project Start Up*, são realizadas todas as atividades da iniciação do projeto, como: obter o compromisso das lideranças e os recursos necessários à implantação do novo sistema, quantificar benefícios, definir escopo a ser implementado e preparar o plano em alto nível do projeto. Já na fase P1, *Project Focus*, é encerrada a busca de pessoas e infraestrutura necessárias ao projeto. É nesta fase que o escopo do projeto é validado, assim como

o plano de comunicação e gerenciamento de mudanças, os controles para os riscos e o planejamento de uma forma geral.

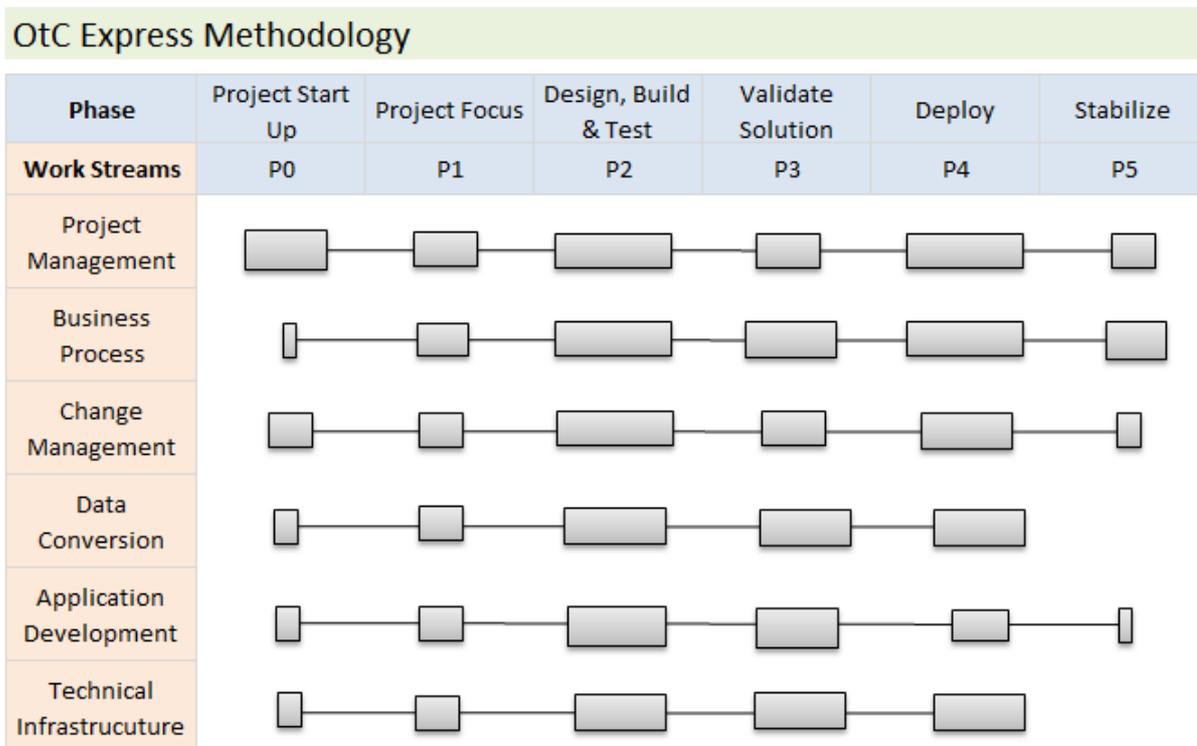


Figura 4.1 – Frentes de trabalho e fases do projeto

Fonte: Adaptado da documentação do projeto

A fase seguinte, *Design, Build & Test* (P2), é considerada pela gerente do projeto como a mais importante, e demanda metade do tempo de todo o projeto. Nesta fase são alinhadas as expectativas dos usuários com os desenvolvedores, são identificados os ajustes, diferenças e oportunidades. A equipe recebe treinamentos básicos e o desenho detalhado inicial do novo sistema é finalizado, fechando, assim, a definição de tudo o que será feito durante o projeto.

Depois que o sistema é desenhado, construído e testado, ele deve ser validado pela empresa e deve-se iniciar a elaboração do plano de corte para conversão dos dados entre os sistemas antigo e novo. Estas atividades são realizadas na fase *Validate Solution* (P3). Também é na P3 que são realizados o ajuste fino de relatórios, interfaces e configurações do programa, assim como são preparadas as turmas de treinamento para os usuários do novo sistema.

Na fase de *Deploy* (P4) são realizados os treinamentos com os usuários, e validado o plano de corte. Nesta fase são realizadas simulações “*day in life*” junto aos usuários nas plantas, e levantadas as oportunidades de melhoria do sistema. Na fase final, *Stabilize* (P5), o sistema é estabilizado e é realizada a transição do suporte da equipe do gerenciamento do projeto para a equipe responsável por sustentar a utilização do novo sistema na empresa.

A frente de trabalho de *Project Management* trabalha com o gerenciamento do projeto em si. É nela onde está alocada a gerente do projeto e percebe-se, através da figura 05, que trata-se de uma frente de trabalho com presença significativa em todas as fases do projeto. A frente *Business Process*, por sua vez, tem como objetivo entender os requisitos do negócio e definir quais as informações que a empresa deverá fornecer para o desenvolvimento do projeto. Esta frente atua com mais força nas fases P2, P3 e P4, quando a solução é planejada, validada e desdobrada para todos os usuários.

Como o projeto trata da implantação de um novo sistema, que implica na modificação da rotina de trabalho de diversas pessoas, é necessário um esforço voltado para a conscientização dos usuários e adaptação às novas ferramentas de trabalho. A frente *Change Management* trata destas importantes atividades do projeto. Já a frente de *Data Conversion* é responsável por garantir a segura e correta conversão de dados do sistema de informação antigo para o novo que está sendo implementado. Sendo assim, esta frente não trabalha na fase P5, já que durante o processo de estabilização do novo sistema, todos os dados existentes já foram convertidos.

A frente de *Application Development* trabalha com o desenvolvimento em si da nova solução, gerando interfaces e comandos que atendam às necessidades do negócio da melhor forma possível. A frente de *Technical Infrastructure*, por sua vez, trata do gerenciamento de toda infra-estrutura necessária para o desenvolvimento e implantação do novo sistema, como aquisição e posicionamento de impressoras e computadores nas plantas da fábrica, por exemplo.

Semanalmente há reuniões entre a equipe de gerenciamento do projeto e os gerentes funcionais das áreas abrangidas pelo novo sistema (como Produção, Qualidade, Expedição, etc). Estas reuniões são fundamentais para o bom gerenciamento do projeto, pois promovem alinhamento de expectativas, rapidez nas tomadas de decisão, melhor utilização dos recursos e facilidade de comunicação.

Os riscos são levantados periodicamente e os dois maiores identificados pela equipe até o momento foram a possível saída de pessoas-chaves durante o projeto e o possível atraso na aquisição de equipamentos especializados vindos do exterior.

A equipe do projeto utiliza basicamente três ferramentas computacionais de apoio à gestão. Primeiramente, a gerente utiliza o software de gestão de projetos *Microsoft Office Project* para obter uma visão geral do projeto, desenvolver e consultar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e obter os pacotes de trabalho.

Uma segunda ferramenta são os *Score Cards*, planilhas que apresentam o detalhamento dos pacotes de trabalho e das atividades de cada membro do projeto, para acompanhamento diário. A planilha apresenta uma forte gestão visual para um fácil acompanhamento do projeto e identificação de dificuldades. A equipe do projeto também utiliza o software *Microsoft Office SharePoint* para comunicação interna e para levantamento, gerenciamento e resolução de *issues*, problemas e oportunidades de melhoria do novo software, encontrados durante o projeto.

Quando um membro do projeto levanta uma *issue*, ele deve descrevê-la, apontar a área na qual ela está inserida, seu tipo, prioridade e recurso capaz de resolvê-la. Se o membro que identificou a *issue* não for apto para informar todas estas propriedades, a gerente do projeto e os gerentes funcionais da empresa, durante as reuniões semanais, analisam a *issue* e preenchem as informações faltantes. Também é durante as reuniões semanais que define-se se uma nova *issue* é *showstopper*. Uma *issue showstopper* é aquela que não pode deixar de ser resolvida, e apresenta um curto prazo para resolução, pois trata-se de um problema que pode impedir ou dificultar a produção normal da indústria. Por fim, o recurso indicado para resolver a *issue* aponta junto ao *SharePoint* o esforço necessário para resolvê-la, fechando todos os dados necessários para o armazenamento e futura resolução da *issue*.

A gerente de projetos levanta como principal dificuldade no gerenciamento a gestão de pessoas. Ela afirma que a integração entre recursos das diversas áreas da empresa e dos membros da equipe do projeto é fundamental para o sucesso do projeto. É importante que as pessoas enxerguem o processo como um todo e façam parte de uma grande equipe voltada para um único objetivo, e não se isolem em suas funções ou departamentos.

4.2 Avaliação das Alternativas

O projeto encontra-se na fase P4, *Deploy*, como mostra a figura 4.2. Com exceção da frente de trabalho *Data Conversion*, que está voltada para o plano de corte, a equipe do

projeto foca-se neste momento em treinar os usuários e realizar os ajustes necessários no novo sistema.

Project's Phases

P0	P1	P2	P3	P4	P5
Project Start Up	Project Focus	Design, Build & Test	Validate Solution	Deploy	Stabilize

Figura 4.2 – Fase atual do Projeto

Nesta fase, a utilização do *SharePoint* é essencial para o gerenciamento do projeto, pois é a partir das *issues* levantadas e analisadas que são definidas a maioria das atividades. A inserção de *issues* no *SharePoint* é o meio pelo qual os membros do projeto são capazes de informar os problemas e oportunidades do novo sistema encontrados pelos usuários e por eles próprios durante os treinamentos. Como na fase P4 a equipe está focada em realizar os ajustes no software, cabe à gestora do projeto identificar a resolução das *issues* como atividades do projeto e fornecer os recursos para sua execução.

Neste momento, a gerente do projeto se depara com uma escassez de recursos humanos e tempo para realização das atividades. Os problemas encontrados nos testes e treinamentos realizados com o novo software supera as expectativas iniciais, e o time do projeto não será capaz de corrigir todos os problemas até a entrada oficial do novo sistema, que será realizada na transição entre as fases P4 e P5.

O adiamento da entrada do novo sistema não pode ser realizado, devido a restrições de fluxo de caixa e prévia negociação da data de partida com as partes interessadas do projeto. A contratação de novos recursos também não se apresenta uma solução viável, uma vez que o software gerado é extremamente específico e customizado, exigindo mão-de-obra especializada e com familiaridade às operações da empresa. A solução encontrada pela equipe de gestão consiste então em priorizar as atividades desta fase, realizando a postergação de um grupo de atividades.

Identificou-se que durante a fase P5, de estabilização do sistema, é possível executar um grupo de atividades da fase P4, julgadas como menos importantes. Alguns ajustes do novo software podem ser realizados com o mesmo em uso. Serão executadas, desta forma, em paralelo, as atividades não priorizadas da fase P4 e as atividades da fase P5. Como reforço de recurso humano, os membros da equipe da frente de trabalho *Data Conversion*, que seriam

desligados do projeto ao final da fase P4, permanecem no projeto para que seja possível concluir todas as atividades. Desta forma, garante-se a execução de todas as atividades, o que contribui para o completo alcance de todos os objetivos do projeto.

Baseando-se nos dados do caso estudado, aplica-se o modelo proposto neste trabalho, para o apoio da tomada de decisão da gerente do projeto na priorização das atividades, durante o planejamento a nível operacional.

O projeto apresenta 49 atividades e não haverá recursos e tempo necessários para realizá-las no prazo determinado. Desta forma, obtemos o grupo de atividades que não poderá ser totalmente executado no período, explicitado no (Apêndice 1) deste trabalho.

Deste grupo de 49 atividades, 5 apresentam restrições para postergação. São as atividades geradas pelas *issues showstoppers* (de números 4, 5, 6, 17 e 19), que não podem ser postergadas, pois o bom funcionamento da empresa depende de sua execução. Estas atividades são então excluídas do grupo inicial, e obtêm-se a lista de atividades para priorização.

Dando continuidade à aplicação do modelo, chega-se ao momento da aplicação de um método multicritério de apoio à decisão para apoiar a priorização das atividades. Primeiramente, é necessária a definição dos critérios pelos quais as alternativas serão avaliadas.

4.2.1 Definição dos critérios

Quando questionada sobre os critérios que devem ser considerados para priorização das atividades, a gerente do projeto aponta três fatores: o setor da empresa no qual a atividade está inserida, o esforço necessário para realizar a atividade e a prioridade da atividade.

Quanto à área, a atividade pode estar inserida em um equipamento do chão de fábrica (*shop floor*), na manufatura (*manufacturing*), no Planejamento e Controle da Produção (*order management*) ou em todos os setores (*cross track*). As atividades que envolvem todos os setores são visivelmente mais importantes que as demais e exigem mais tempo e atenção da gestão do projeto, enquanto que as atividades do chão de fábrica podem ser consideradas como menos importantes, pois tratam de problemas pontuais na interface de equipamentos específicos da planta da fábrica.

As atividades que apresentam o setor manufatura são aquelas que envolvem problemas no sistema relacionados à transição do material semi-acabado entre as células de produção. Já as atividades da área de PCP consistem na resolução de problemas inseridos na elaboração das ordens de produção. A gestora considera que as atividades da manufatura e PCP

apresentam a mesma importância, e desta forma as atividades destas duas áreas serão consideradas conjuntamente.

Quanto à prioridade, a gerente explica que quando um membro da equipe levanta uma *issue*, ele deve afirmar se ela apresenta prioridade baixa, média, alta ou crítica, baseando-se no impacto que o problema traz ao fluxo de produção da indústria e à qualidade dos produtos.

Já o critério esforço necessário para executar a atividade pode ser classificado como muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto. Sabe-se que, na prática, cada recurso apresenta habilidades específicas e que cada atividade requer um tipo de recurso diferente para sua execução, o que torna a classificação estabelecida subjetiva. Devido à falta de dados mais completos, o problema será simplificado neste trabalho para a aplicação do método. Considera-se, portanto, que todas as atividades são executadas pelo mesmo tipo de recurso. Desta forma, uma atividade pode apresentar as seguintes avaliações em relação a este critério: esforço muito baixo (exige até 8 horas de trabalho do recurso), baixo (de 8 a 40 horas de trabalho), médio (de 40 a 80 horas de trabalho), alto (de 80 a 120 horas de trabalho) ou muito alto (mais de 120 horas de trabalho).

Observa-se que os três critérios levantados pela gerente têm origem nas propriedades das *issues* que geraram cada atividade. Assim, cada atividade recebe uma avaliação em relação a cada critério considerado, formando uma tabela com a avaliação das alternativas, presente no (Apêndice 2).

4.3 Escolha e Aplicação do Método

A gerente do projeto considera que existe um critério mais importante que os outros na análise das alternativas, porém todos os três devem ser levados em consideração, e as atividades priorizadas deverão ser aquelas que apresentem uma melhor performance média. Baseando-se no conteúdo da seção 2.3, conclui-se que a utilização de um método não-compensatório apresenta-se como solução mais adequada.

O caso estudado apresenta uma problemática $P\gamma$, de ordenação, pois o objetivo do modelo é fornecer à gerente uma priorização das atividades. Desta forma, os métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II apresentam-se boas alternativas entre os métodos, por tratarem de modelos de ordenação de uma família de métodos não compensatórios. Outra vantagem dos métodos consiste no fato de que eles apresentam flexibilidade, pois a seleção do tipo de função preferência representa um grau de liberdade ofertado ao gerente do projeto, assim como a determinação dos limiares (BRANS & MARESCHAL, 2002).

Para aplicação dos métodos de apoio à decisão escolhidos ao caso estudado, é necessário converter as escalas verbais de avaliação dos critérios em escalas numéricas, facilitando, assim, a avaliação de aspectos subjetivos. As tabelas de 4.1 a 4.3 mostram a conversão entre as escalas para cada critério considerado pelo modelo.

Observa-se que, para todos os critérios, o objetivo consiste em maximizar o valor do julgamento de cada alternativa, devendo ser priorizadas aquelas atividades que envolvam todos os setores, apresentem alta prioridade e baixo esforço para sua execução.

Depois de atribuir os valores resultantes da conversão da escala verbal, constrói-se novamente a tabela de avaliação, presente no (Apêndice 3).

Tabela 4.1 – Escala para julgamento da importância do critério Área (C1)

Área	C1
Equipamento no chão de fábrica	1
Manufatura e PCP	2
Todos os setores	3

Tabela 4.2 – Escala para julgamento da importância do critério Prioridade (C2)

Prioridade	C2
Baixa	1
Média	2
Alta	3
Crítica	4

Tabela 4.3 – Escala para julgamento da importância do critério Esforço (C3)

Esforço	C3
Muito baixo	5
Baixo	4
Médio	3
Alto	2
Muito alto	1

Prosseguindo a aplicação do método, devem ser determinados os pesos de cada critério. Tais pesos deverão informar a importância de cada critério, sendo necessário que a atribuição seja feita por comparação de importância (GOMES *et. al*, 2002). Além dos pesos, é necessário que se conheça a informação intracritério, isto é, as preferências obtidas pelos critérios generalizados relativos às diferenças observadas entre as avaliações, e não ao valor absoluto delas.

A gerente do projeto afirma que entre os critérios, a Prioridade (C2) é o que ela julga como mais importante, enquanto que a Área (C1) e o Esforço (C3) apresentam igual importância. A gerente afirma também que o critério C2 não apresenta importância maior que os critérios C1 e C3 juntos, ou seja, o peso do critério C2 não deve ser maior que a soma dos critérios C1 e C3.

Para todos os três critérios considerados, o critério generalizado deverá ser o do tipo I, pois para a gerente não existem limites de preferência ou indiferença na avaliação das alternativas.

Desta forma, a tabela 4.4 resume os critérios generalizados e os pesos elicitados para cada critério.

Tabela 4.4 – Informações Adicionais para aplicação do Modelo

Critério	Critério Generalizado	Peso
Área	Tipo I	0,3
Prioridade	Tipo I	0,4
Esforço	Tipo I	0,3

A partir dos dados informados, é possível calcular os índices de preferência estabelecidas e os fluxos de sobreclassificação relacionados ao problema. Os fluxos são apresentados no (Apêndice 4).

4.4 Resultados

Uma pré-ordem completa entre as alternativas é obtida através da aplicação do método PROMETHEE II. Para tanto, é necessário classificar as alternativas em ordem decrescente de fluxo líquido de sobreclassificação. A figura 4.3 mostra a ordem das atividades fornecida pelo método, que apoiará a gerente de projeto na priorização das atividades a serem executadas. As

primeiras alternativas, da esquerda para a direita, são aquelas que apresentam um maior poder em relação as demais.

As alternativas que se encontram na mesma coluna são indiferentes entre si. Por exemplo, as alternativas A10, A12 e A14 são indiferentes, assim como as alternativas A40, A41 e A42. As alternativas da esquerda são preferíveis às alternativas da direita. Assim afirma-se que as alternativas A2, A3 e A15 são indiferentes entre si, porém preferíveis a todas as demais alternativas, enquanto que todas alternativas são preferíveis à A47.

Por utilizar apenas as informações do fluxo líquido, que é obtido através da soma os outros fluxos, o PROMETHEE II pode perder alguma informação que o PROMETHEE I é capaz de enxergar.

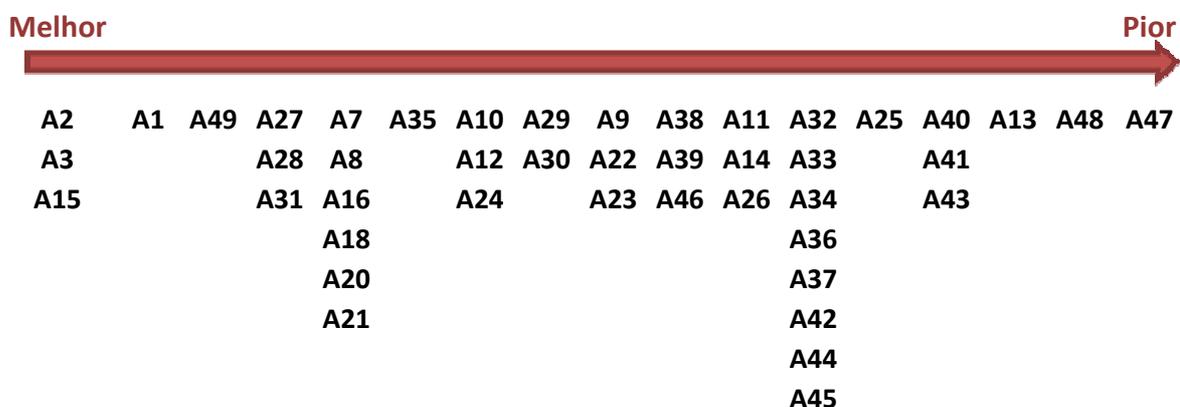


Figura 4.3 – Ordenação de alternativas fornecida pelo método PROMETHEE II

Isto acontece porque durante a aplicação do método PROMETHEE I as alternativas são avaliadas duas a duas, considerando as relações entre ambos os fluxos positivos e negativos, enquanto que o PROMETHEE II analisa apenas o fluxo líquido. Desta forma, será aplicado também o método PROMETHEE I ao caso estudado, com a finalidade fornecer mais informações ao decisor, principalmente em relação às alternativas que se apresentaram indiferentes quando avaliadas pelo PROMETHEE II.

Para aplicação do método PROMETHEE I, é necessário estabelecer as relações entre as alternativas. A partir da análise das atividades duas a duas, utilizando as informações dos fluxos de sobreclassificação, são obtidas as relações entre as alternativas. Todas as relações estão explicitadas na tabela do (Apêndice 5). A letra R na tabela indica que as alternativas são incomparáveis e a letra I que as alternativas são indiferentes. Já a letra P indica que a alternativa da linha é preferível à alternativa da coluna. Por exemplo, pode-se afirmar que A2

é preferível a A1. Quando uma alternativa é sobreclassificada pela outra, é deixado o espaço em branco.

O resultado apresenta 746 relações de preferência, 65 de indiferença e 135 de incomparabilidade. Observa-se que o PROMETHEE I concorda com todas as relações de indiferença encontradas pelo PROMETHEE II. Conclui-se então que as alternativas ditas como indiferentes apresentam a mesma performance em relação a todos os critérios apresentados, e desta forma não há como distingui-las para obter uma ordenação mais detalhada. Para isso, são necessárias mais informações sobre as alternativas. Se a gestora apresentar a necessidade de encontrar uma ordenação mais detalhada das atividades, recomenda-se a inserção de um ou mais critérios para diferenciação das alternativas. Outra recomendação consiste em, quando possível, desdobrar a avaliação dos critérios existentes, aumentando a escala de avaliação do critério. Por exemplo, é interessante substituir as 5 faixas do critério “esforço necessário para execução de atividade” na real quantidade de horas utilizadas pelo recurso executor da atividade. Este tipo de desdobramento contribui para que seja possível enxergar as diferenças entre as alternativas, utilizando os critérios e avaliações fornecidos pelo decisor.

As primeiras atividades apresentadas na pré-ordenação fornecida pelo PROMETHEE II (figura 4.3) representam as atividades julgadas como as mais importantes de acordo com os critérios considerados pela decisora. Estas são preferíveis ao maior número de atividades, e não são sobreclassificadas por nenhuma outra. Desta forma, elas devem constar como primeiras atividades na priorização apresentada à decisora, e deverão ser realizadas na fase P4 do projeto.

Já as últimas atividades da pré-ordem fornecida pelo PROMETHEE II consistem no grupo de atividades que foram sobreclassificadas por uma grande quantidade de alternativas, e são preferíveis a pouquíssimas ou nenhuma alternativa. Desta forma, estas alternativas são as últimas na ordenação fornecida à decisora, e correspondem às atividades que serão provavelmente postergadas, e executadas na fase P5 do projeto.

Esta ordenação fornecida através dos métodos apoiará a decisora na priorização das atividades que serão realizadas na fase P4, e será um *input* fundamental na elaboração da nova programação do projeto.

4.5 Análise dos resultados

Com o objetivo de verificar a robustez do modelo apresentado, é realizada uma análise de sensibilidade em relação aos pesos dos critérios na aplicação do método PROMETHEE II. Com um aumento de 15% no peso do critério C2, considerado como mais importante pela gestora, a pré-ordenação de 39 alternativas foi mantida, enquanto que 5 alternativas apresentaram pequenas variações em suas posições. Assim, verifica-se a robustez do resultado quanto às incertezas inseridas na atribuição dos pesos.

Para verificar os benefícios trazidos pelo modelo, sobretudo devido à consideração de mais de um critério no processo de análise, é feita uma comparação da pré-ordenação fornecida pelo modelo e com a ordenação das atividades baseada apenas no critério C2 (Prioridade). Conclui-se que a consideração de todos os critérios trouxe uma nova ordenação das alternativas e consequente priorização das atividades, principalmente no que diz respeito às atividades 49, 24, 29 e 30.

Conclui-se, portanto, que o modelo traz benefícios ao gerenciamento do projeto e contribui para o seu sucesso, na medida em que auxilia a gerente a tomar decisões considerando todos os critérios julgados importantes por ela, e beneficiando as alternativas com melhores performances médias.

Através desta comparação também é possível concluir que o critério Prioridade está mal nomeado ou mal definido. Isto porque a ordenação das alternativas definida considerando os aspectos apontados pela gestora como prioritários apresentou-se diferente da ordem fornecida pelo critério Prioridade.

Desta forma, recomenda-se que ela modifique o nome “prioridade” do critério apresentado, e até mesmo da propriedade da *issue*, podendo substituí-lo, por exemplo, por “impacto causado na produção” ou “impacto na qualidade do produto”. A prioridade das atividades deverá ser atribuída segundo o conjunto de critérios definidos pela gestora, e o critério ao qual ela se referia como prioridade tratava-se apenas de um dos fatores de priorização das atividades. O modelo auxilia, desta forma, no gerenciamento do projeto, promovendo maior conhecimento do gerente sobre o projeto e suas atividades.

Conclui-se também que quanto mais informações o gestor apresentar sobre as atividades e os fatores de sucesso do projeto, melhor será a aplicação e o resultado do modelo. Quanto mais o gestor conhecer seu problema e seu projeto, melhor ele definirá os parâmetros necessários para aplicação dos métodos, e mais bem detalhado e rico será o resultado. Este

processo consiste, desta forma, em uma via de mão dupla, onde conhecimento sobre o projeto gera mais informações sobre ele, o que contribui sempre para seu sucesso.

É importante observar que antes de utilizar o modelo para definir a priorização das atividades, o gestor do projeto deve analisar os impactos da postergação ou não realização das atividades não priorizadas. Ele deverá se perguntar se o sucesso do projeto pode ser comprometido, se seus objetivos serão atingidos se a programação inicial não for cumprida. Esta análise pode resultar numa busca por medidas mitigadoras aos atrasos dos projetos, como compartilhamento de recursos, mão-de-obra extra, execução simultânea de atividades, entre outras.

Cada projeto apresenta características únicas e particulares, e desta forma é necessário adaptar e aplicar o modelo à situação vivida pelo gerente. O modelo pode ser utilizado em cenários onde muitas atividades não podem ser postergadas, e assim ele é aplicado juntamente com a busca de recursos extras. Também pode ser aplicado em um projeto em que o atraso está assumido, ou ainda pode ser utilizado para auxiliar a determinar atividades que não serão realizadas em um projeto. O modelo pode ser utilizado diversas vezes durante o projeto, sempre que houver a necessidade de replanejamento das atividades.

5. CONCLUSÃO

A evolução da computação permitiu às organizações um aumento na sua capacidade de coleta e armazenamento de dados, extremamente importantes no auxílio das decisões de negócio. Desta forma, no intuito de fortalecer sua competitividade, as organizações vêm encontrando nos projetos de tecnologia da informação apoio para desenvolver melhor novos produtos ou fornecer serviços melhores. Os projetos de TI tornaram-se então um componente integrante dos processos, produtos e serviços das organizações, ajudando-as a conquistar vantagem competitiva no mercado (PINHO, 2006).

O alcance dos objetivos de um projeto e a satisfação das suas partes interessadas estão por sua vez ligadas ao eficaz gerenciamento do projeto e aos processos de tomada de decisão presentes em todas as suas fases. Tendo em vista contribuir para o sucesso dos projetos de TI, este trabalhou apresentou e aplicou um modelo multicritério de apoio à decisão à gestão de projetos de TI, que leva em consideração os aspectos julgados como importantes pelo gerente do projeto.

Inicialmente, foi realizado um estudo sobre gestão de projetos, projetos de tecnologia da informação e métodos multicritério de apoio à decisão. Também foi realizada uma revisão bibliográfica que permitiu a identificação dos trabalhos já realizados nesta área, e uma visão geral sobre a aplicação de métodos multicritério de apoio à decisão no gerenciamento de projetos. Esta etapa foi extremamente importante no contexto do desenvolvimento do trabalho, pois proporcionou à autora a formação de uma base teórica sólida necessária para o desenvolvimento do modelo de priorização apresentado.

O problema apresentado está inserido no desenvolvimento de replanejamentos, quando o gerente de projetos se depara com a necessidade de priorizar e reprogramar as atividades do projeto, de forma a adaptar a programação das atividades à nova realidade que apresenta restrições de tempo e/ou recursos. Foi proposto um modelo que utiliza métodos multicritério de apoio à decisão para a priorização das atividades que devem ser reprogramadas, utilizando vários critérios determinados pelo gerente do projeto.

Realizou-se também um estudo de caso em um projeto de TI de uma metalúrgica de grande porte. Na aplicação do modelo, foram utilizados os métodos não compensatórios PROMETHEE I e II. Os métodos se mostraram eficazes, já que apoiaram o processo decisório considerando todos os critérios julgados importantes pela gerente e beneficiaram as alternativas com boas performances médias.

O modelo mostrou-se de grande valia ao processo de apoio à decisão, trazendo benefícios ao gerenciamento do projeto e contribuindo para o seu sucesso, na medida em que auxiliou a gerente a tomar decisões fornecendo importantes informações sobre as alternativas em questão. O modelo pode ser utilizado diversas vezes durante o projeto, sempre que houver a necessidade de replanejamento das atividades, e é aplicável, com as devidas adaptações, a diversos tipos de cenários onde os projetos podem estar inseridos.

5.1 Limitações

A principal limitação encontrada durante o desenvolvimento do trabalho foi a escassez de informações sobre as atividades do projeto no qual foi aplicado o estudo de caso. A falta de dados foi a causa para a simplificação do problema em relação a um dos critérios utilizados, apresentada na seção 4.2.

A falta de informações sobre as atividades, até mesmo pela gerente do projeto, permitiu uma grande quantidade de relações de indiferença no resultado do modelo. Conforme dito anteriormente, para uma ordenação mais detalhada e rica das atividades, são necessárias mais informações sobre elas e sobre os critérios considerados importantes pela gestora.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

- Construção de um sistema de apoio à decisão que aplique o modelo apresentado, para a seleção de atividades prioritárias de um projeto, visando auxiliar à tomada de decisão gerencial;
- Aplicação do modelo com utilização de outros métodos de apoio à decisão, como exemplo os da família ELECTRE;
- Adaptação do modelo para outros tipos de projeto, não restringindo-se apenas a projetos de TI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L. H. Avaliação e gestão de projeto na construção civil com apoio do método multicritério PROMETHEE. Recife, 2002. (Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco).

ALENCAR, L. H ; ALMEIDA, A. T & MIRANDA, C. M . Sistemática proposta para seleção de fornecedores em gestão de projetos. *Gestão e Produção*, 14: 2007.

ALENCAR, L.H.; MIRANDA, C.M.G. de & ALMEIDA, A.T. - Aplicação da avaliação multicritério no controle de atividades na construção. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2003. *Anais Eletrônicos*.

ALMEIDA, A.T.; COSTA, A. P. C, org. *Aplicações com métodos multicritério de apoio à decisão*. Recife, Universitária, 2003.

BRANS. J.P. & MARESCHAL. B. *PROMÉTHÉE – GAIA* - une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples. Bruxelles, Éditions de L'Université de Bruxelles, 2002.

CARVALHO, M. M. & RABECHINI, R. *Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos*. São Paulo, Atlas, 2005.

COSTA, A.P.C.; SOUZA, F. M. C. *Otimização e gestão em educação*. Recife, Universitária, 2005.

GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo, Atlas, 2002.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. & ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial*. São Paulo, Atlas, 2002.

GUIMARÃES, L. C; ALBUQUERQUE, K. M ; ANDRADE, C. C. P. ; FIGUEIREDO, F. A. & MIRANDA, C. M. Projetos de Tecnologia da Informação: Caracterização da Gestão de Projetos de TI no Estado de Pernambuco. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro , 2008. *Anais Eletrônicos*. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2008.

HINDE, B. S. Why do so many major IT projects fail? *Computer Fraud & Security*: 15-17, 2005.

LOVA, A.; MAROTO, C. & TORMOR, P. Multicriteria heuristic method to improve resource allocation in multiproject scheduling. *European Journal of Operational Research*: 408-424, 2000.

MAHDI, I. M. & ALRESHAID, K. Decision support system for selecting the proper project delivery method using analytical hierarchy process (AHP). *International Journal of Project Management*. 564-572, 2005.

MERRICK, R.G. Application of Fuzzy Arithmetic in Group Decision and Negotiations Involving Multicriteria and Conflicting Priorities. In: HAWAII INTERNACIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, Hawaii, 1994. *Proceedings*. p. 300-305.

MIRANDA, C. M. & ALMEIDA, A. T. Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos. *Pesquisa Operacional*, 27: 247-269, 2007

MIRANDA, C. M. G. & ALMEIDA, A. T. Gestão de empreendimento de construção civil com avaliação multicritério. In: *Qualidade e Inovação em Serviços: Contribuições da Engenharia de Produção*. Recife: 2003, v. xviii, p. 23-44.

MIRANDA, C. M. G. de. & ALMEIDA, A. T. Seleção de Atividades Críticas em Projetos com Avaliação Multicritério. In: XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Rio de Janeiro: 2002. *Anais*. p. 1-14.

MIRANDA, C. M. ; FERREIRA, R. J. P.; GUSMÃO, A. P. H. & ALMEIDA, A. T. Sistema de apoio à decisão para seleção de atividades críticas no gerenciamento de projetos com avaliação multicritério. *Revista Produção Online*, 03: 4, 2003.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo, Thomson Learning, 2002.

PAES DE ANDRADE, C. C. ; ALENCAR, L. H. & MIRANDA MOTA, C. M.. Planning Project Activities Using the PROMETHEE I Multicriteria Decision Method. In: *Decision Sciences and Technology for Globalisation*. 1 ed. New Delhi: Allied Publishers Pvt. Ltd., 2008, v. 1, p. 143-155.

PINHO, S. F. C. Uma Metodologia de Apoio à Decisão para Priorização de Projetos de Tecnologia da Informação. Rio de Janeiro, 2006. 164 p. (Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro).

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK)*. Newton Square, Project Management Institute, 2004.

RODRIGUEZ-REPISO, L; SETCHI, R. & SALMERON, J. L. Modelling IT projects success: emerging methodologies reviewed. *Technovation* 27: 582-594, 2007.

ROY, B. & BOUYSSOU, D. *Aide Multicritère à la Décision: Méthods et Cas*. Paris, Economica, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JONHSTON, R. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo, Atlas, 2002.

VARGAS, R. V. *Gerenciamento de Projetos*. Rio de Janeiro, Brasport, 2002.

VALERIANO, D. *Moderno Gerenciamento de Projetos*. São Paulo, Prentice Hall, 2005.

WATERIDGE, J. IT Projects: a basis for success. *International Journal of Project Management*, 13: 169-172, 1995.

YAGER, R. R. Modeling prioritized multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Part B: Cybernetics: 2396-2404, 2004.

APÊNDICE 1: LISTA INICIAL DE ATIVIDADES

ID	Activity Description	Show Stopper
1	Enable the operation to consume coils (onhand) for foil. material	No
2	Account the USD book in GL	No
3	Segregated report that show the Thirds's Stocks and Company's Stocks	No
4	Partial packing creating inventory dummy transactions causing month closing issues	Yes
5	Unpacking process changes	Yes
6	Discoverer to Rollup of the product cost	Yes
7	Proces to Closing of jobs completed - Automatically	No
8	Visibility Capacity Report	No
9	983- Sales Orders Price - Formule based in Cost	No
10	Item Reports	No
11	Operation Characteristic Report	No
12	Create a report showing the average lead time by product family	No
13	Disco report to be able to reconcile onhand in a daily basis	No
14	Enhancement to eliminate misc transactions finish good (scrap)	No
15	Overall reports fix (RMA) on issues 767/859/861/862/863	No
16	PAC Report	No
17	Intercompany agreed price accounting report	Yes
18	Report Sales Result	No
19	Packing List Adjusments	Yes
20	Management Report for Pricing	No
21	Devolution Customer Report	No
22	Interface EBS x CVS (Commission Sustum) - Minor Adjustments	No
23	LPNs to be shipped report - Adjustments	No
24	Hide price list lines with end date under the sysdate	No
25	Third Party Material Adjustments	No
26	Zoom in the Form RI(Invoice Entry) for Third Part Material	No
27	Weight calculations by specific items (xadrez, lavrado, etc)	No
28	Quality report - Inspection / Mechanical Analysis	No
29	Update Seperator optimization to reduce work order weight based on number of pieces	No
30	Redirect separator items using split code and the split screen	No
31	Functionality to update QA targets in MES as contingency	No
32	Enhance message to notify that WO can not be started if there is no coil allocated	No
33	Add outside diameter in the allocation screen - grid specs	No

34	Overall screens - Remaining weight quantity has not been validated for scrap	No
35	MES interface - Reflect in MES updates performed in EBS side	No
36	Sync up - QA's - EBS / MES data	No
37	Overall screens - Deploy visual identification fix of spec data from production tab to quality tab	No
38	Deploy PCS/Downtime data integration to MES	No
39	Deploy AAS data integration to MES	No
40	Business procedures in case of issues with the spectrometer	No
41	All Scheduling Screens - After coil allocation go back to the same line	No
42	Chassis have not been populated in the final inspection	No
43	Review Job end logic fix	No
44	Separator: produce back to a specific inventory	No
45	Duplicated info in the traceability screen	No
46	Incorporate logic to simulate calculation of jevils - REF 500	No
47	Add List of Values to filter out information in the inventory screen	No
48	Add Find Lot button in the QLAB workaround screen	No
49	Specific Locator considering the warehouse structure	No

APÊNDICE 2: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

ID	Activity Description	Track	Priority	Effort
A1	Enable the operation to consume coils (onhand) for foil. material	Manufacturing	Critical	Low
A2	Account the USD book in GL	Manufacturing	Critical	Medium
A3	Segregated report that show the Thirds's Stocks and Company's Stocks	Manufacturing	Critical	Medium
A7	Proces to Closing of jobs completed - Automatically	Manufacturing	High	Medium
A8	Visibility Capacity Report	Manufacturing	High	Medium
A9	983- Sales Orders Price - Formule based in Cost	Manufacturing	High	Low
A10	Item Reports	Manufacturing	Medium	High
A11	Operation Characteristic Report	Manufacturing	Medium	Medium
A12	Create a report showing the average lead time by product family	Manufacturing	Medium	High
A13	Disco report to be able to reconcile onhand in a daily basis	Manufacturing	Medium	Very Low
A14	Enhancement to eliminate misc transactions finish good (scrap)	Manufacturing	Medium	Medium
A15	Overall reports fix (RMA) on issues 767/859/861/862/863	Order Management	Critical	Medium
A16	PAC Report	Order Management	High	Medium
A18	Report Sales Result	Order Management	High	Medium
A20	Management Report for Pricing	Order Management	High	Medium
A21	Devolution Customer Report	Order Management	High	Medium
A22	Interface EBS x CVS (Commission Sustum) - Minor Adjustments	Order Management	High	Low
A23	LPNs to be shipped report - Adjustments	Order Management	High	Low
A24	Hide price list lines with end date under the sysdate	Order Management	Medium	High
A25	Third Party Material Adjustments	Order Management	Medium	Low
A26	Zoom in the Form RI(Invoice Entry) for Third Part Material	Order Management	Medium	Medium
A27	Weight calculations by specific items (xadrez, lavrado, etc)	Shoop Floor	Critical	Medium
A28	Quality report - Inspection / Mechanical Analysis	Shoop Floor	Critical	Medium

A29	Update Separator optimization to reduce work order weight based on number of pieces	Shoop Floor	Critical	Low
A30	Redirect separator items using split code and the split screen	Shoop Floor	Critical	Low
A31	Functionality to update QA targets in MES as contingency	Shoop Floor	Critical	Medium
A32	Enhance message to notify that WO can not be started if there is no coil allocated	Shoop Floor	High	Low
A33	Add outside diameter in the allocation screen - grid specs	Shoop Floor	High	Low
A34	Overall screens - Remaining weight quantity has not been validated for scrap	Shoop Floor	High	Low
A35	MES interface - Reflect in MES updates performed in EBS side	Shoop Floor	High	High
A36	Sync up - QA's - EBS / MES data	Shoop Floor	High	Low
A37	Overall screens - Deploy visual identification fix of spec data from production tab to quality tab	Shoop Floor	High	Low
A38	Deploy PCS/Downtime data integration to MES	Shoop Floor	High	Medium
A39	Deploy AAS data integration to MES	Shoop Floor	High	Medium
A40	Business procedures in case of issues with the spectrometer	Shoop Floor	High	Very Low
A41	All Scheduling Screens - After coil allocation go back to the same line	Shoop Floor	High	Very Low
A42	Chassis have not been populated in the final inspection	Shoop Floor	High	Low
A43	Review Job end logic fix	Shoop Floor	High	Very Low
A44	Separator: produce back to a specific inventory	Shoop Floor	High	Low
A45	Duplicated info in the traceability screen	Shoop Floor	High	Low
A46	Incorporate logic to simulate calculation of jevils - REF 500	Shoop Floor	High	Medium
A47	Add List of Values to filter out information in the inventory screen	Shoop Floor	Medium	Very Low
A48	Add Find Lot button in the QLAB workaround screen	Shoop Floor	Medium	Low
A49	Specific Locator considering the warehouse structure	Cross Track	Medium	Very High

APÊNDICE 3: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS COM MODIFICAÇÃO DE ESCALAS

ID	Activity Description	Track	Priority	Effort
A1	Enable the operation to consume coils (onhand) for foil. material	2	4	2
A2	Account the USD book in GL	2	4	3
A3	Segregated report that show the Thirds's Stocks and Company's Stocks	2	4	3
A7	Proces to Closing of jobs completed - Automatically	2	3	3
A8	Visibility Capacity Report	2	3	3
A9	983- Sales Orders Price - Formule based in Cost	2	3	2
A10	Item Reports	2	2	4
A11	Operation Characteristic Report	2	2	3
A12	Create a report showing the average lead time by product family	2	2	4
A13	Disco report to be able to reconcile onhand in a daily basis	2	2	1
A14	Enhancement to eliminate misc transactions finish good (scrap)	2	2	3
A15	Overall reports fix (RMA) on issues 767/859/861/862/863	2	4	3
A16	PAC Report	2	3	3
A18	Report Sales Result	2	3	3
A20	Management Report for Pricing	2	3	3
A21	Devolution Customer Report	2	3	3
A22	Interface EBS x CVS (Commission Sustum) - Minor Adjustments	2	3	2
A23	LPNs to be shipped report - Adjustments	2	3	2
A24	Hide price list lines with end date under the sysdate	2	2	4
A25	Third Party Material Adjustments	2	2	2
A26	Zoom in the Form RI(Invoice Entry) for Third Part Material	2	2	3
A27	Weight calculations by specific items (xadrez, lavrado, etc)	1	4	3
A28	Quality report - Inspection / Mechanical Analysis	1	4	3

A29	Update Separator optimization to reduce work order weight based on number of pieces	1	4	2
A30	Redirect separator items using split code and the split screen	1	4	2
A31	Functionality to update QA targets in MES as contingency	1	4	3
A32	Enhance message to notify that WO can not be started if there is no coil allocated	1	3	2
A33	Add outside diameter in the allocation screen - grid specs	1	3	2
A34	Overall screens - Remaining weight quantity has not been validated for scrap	1	3	2
A35	MES interface - Reflect in MES updates performed in EBS side	1	3	4
A36	Sync up - QA's - EBS / MES data	1	3	2
A37	Overall screens - Deploy visual identification fix of spec data from production tab to quality tab	1	3	2
A38	Deploy PCS/Downtime data integration to MES	1	3	3
A39	Deploy AAS data integration to MES	1	3	3
A40	Business procedures in case of issues with the spectrometer	1	3	1
A41	All Scheduling Screens - After coil allocation go back to the same line	1	3	1
A42	Chassis have not been populated in the final inspection	1	3	2
A43	Review Job end logic fix	1	3	1
A44	Separator: produce back to a specific inventory	1	3	2
A45	Duplicated info in the traceability screen	1	3	2
A46	Incorporate logic to simulate calculation of jevils - REF 500	1	3	3
A47	Add List of Values to filter out information in the inventory screen	1	2	1
A48	Add Find Lot button in the QLAB workaround screen	1	2	2
A49	Specific Locator considering the warehouse structure	3	2	5

APÊNDICE 4: FLUXOS DE SOBRECLASSIFICAÇÃO

	$\phi+$	$\phi-$	ϕ
A1	0,513953	0,167442	0,346512
A2	0,625581	0,04186	0,583721
A3	0,625581	0,04186	0,583721
A7	0,402326	0,125581	0,276744
A8	0,402326	0,125581	0,276744
A9	0,290698	0,251163	0,039535
A10	0,425581	0,32093	0,104651
A11	0,3	0,348837	-0,04884
A12	0,425581	0,32093	0,104651
A13	0,153488	0,586047	-0,43256
A14	0,3	0,348837	-0,04884
A15	0,625581	0,04186	0,583721
A16	0,402326	0,125581	0,276744
A18	0,402326	0,125581	0,276744
A20	0,402326	0,125581	0,276744
A21	0,402326	0,125581	0,276744
A22	0,290698	0,251163	0,039535
A23	0,290698	0,251163	0,039535
A24	0,425581	0,32093	0,104651
A25	0,188372	0,474419	-0,28605
A26	0,3	0,348837	-0,04884
A27	0,472093	0,188372	0,283721
A28	0,472093	0,188372	0,283721
A29	0,360465	0,313953	0,046512
A30	0,360465	0,313953	0,046512
A31	0,472093	0,188372	0,283721
A32	0,137209	0,397674	-0,26047
A33	0,137209	0,397674	-0,26047
A34	0,137209	0,397674	-0,26047
A35	0,374419	0,244186	0,130233
A36	0,137209	0,397674	-0,26047
A37	0,137209	0,397674	-0,26047
A38	0,248837	0,272093	-0,02326
A39	0,248837	0,272093	-0,02326
A40	0,102326	0,509302	-0,40698
A41	0,102326	0,509302	-0,40698
A42	0,137209	0,397674	-0,26047
A43	0,102326	0,509302	-0,40698
A44	0,137209	0,397674	-0,26047
A45	0,137209	0,397674	-0,26047

A46	0,248837	0,272093	-0,02326
A47	0	0,732558	-0,73256
A48	0,034884	0,62093	-0,58605
A49	0,6	0,306977	0,293023

APÊNDICE 5: RELAÇÕES ENTRE ATIVIDADES FORNECIDAS PELO PROMETHEE I

	A1	A2	A3	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A18	A20	A21	A22	A23	A24
A1				R	R	P	P	P	P	P	P		R	R	R	R	P	P	P
A2	P		I	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P	P	P	P	P
A3	P	I		P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P	P	P	P	P
A7	R				I	P	R	P	R	P	P		I	I	I	I	P	P	R
A8	R			I		P	R	P	R	P	P		I	I	I	I	P	P	R
A9							R	R	R	P	R						I	I	R
A10				R	R	R		P	I	P	P		R	R	R	R	R	R	I
A11						R				P	I						R	R	
A12				R	R	R	I	P		P	P		R	R	R	R	R	R	I
A13																			
A14						R		I		P							R	R	
A15	P	I	I	P	P	P	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P	P	P
A16	R			I	I	P	R	P	R	P	P			I	I	I	P	P	R
A18	R			I	I	P	R	P	R	P	P		I		I	I	P	P	R
A20	R			I	I	P	R	P	R	P	P		I	I		I	P	P	R
A21	R			I	I	P	R	P	R	P	P		I	I	I		P	P	R
A22						I	R	R	R	P	R							I	R
A23						I	R	R	R	P	R						I		R
A24				R	R	R	I	P	I	P	P		R	R	R	R	R	R	
A25										P									
A26						R		I		P	I						R	R	
A27				R	R	P	P	P	P	P	P		R	R	R	R	P	P	P
A28				R	R	P	P	P	P	P	P		R	R	R	R	P	P	P
A29						R	R	P	R	P	P						R	R	R
A30						R	R	P	R	P	P						R	R	R
A31				R	R	P	P	P	P	P	P		R	R	R	R	P	P	P
A32										R									
A33										R									
A34										R									
A35						P	R	P	R	P	P						P	P	R
A36										R									
A37										R									
A38							R	R	R	P	R								R
A39							R	R	R	P	R								R
A40										R									
A41										R									
A42										R									
A43										R									
A44										R									
A45										R									
A46							R	R	R	P	R								R
A47																			
A48																			
A49	R			R	R	R	P	P	P	P	P		R	R	R	R	R	R	P

	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37
A1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A2	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A3	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A7	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A8	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A9	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A10	P	P			R	R		P	P	P	R	P	P
A11	P	I						P	P	P		P	P
A12	P	P			R	R		P	P	P	R	P	P
A13								R	R	R		R	R
A14	P	I						P	P	P		P	P
A15	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A16	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A18	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A20	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A21	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	P	P	P
A22	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A23	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A24	P	P			R	R		P	P	P	R	P	P
A25								R	R	R		R	R
A26	P							P	P	P		P	P
A27	P	P		I	P	P	I	P	P	P	P	P	P
A28	P	P	I		P	P	I	P	P	P	P	P	P
A29	P	P				I		P	P	P		P	P
A30	P	P			I			P	P	P		P	P
A31	P	P	I	I	P	P		P	P	P	P	P	P
A32	R								I	I		I	I
A33	R							I		I		I	I
A34	R							I	I			I	I
A35	P	P			P	P		P	P	P		P	P
A36	R							I	I	I			I
A37	R							I	I	I		I	
A38	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A39	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A40													
A41													
A42	R							I	I	I		I	I
A43													
A44	R							I	I	I		I	I
A45	R							I	I	I		I	I
A46	P	R			R	R		P	P	P		P	P
A47													
A48													
A49	P	P	R	R	P	P	R	P	P	P	R	P	P

	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49
A1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A2	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A3	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A7	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A8	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A9	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A10	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A11	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A12	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A13			R	R	R	R	R	R		P	P	
A14	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A15	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
A16	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A18	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A20	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A21	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A22	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A23	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A24	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A25			P	P	R	P	R	R		P	P	
A26	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A27	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A28	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A29	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A30	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	
A31	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A32			P	P	I	P	I	I		P	P	
A33			P	P	I	P	I	I		P	P	
A34			P	P	I	P	I	I		P	P	
A35	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	R
A36			P	P	I	P	I	I		P	P	
A37			P	P	I	P	I	I		P	P	
A38		I	P	P	P	P	P	P	I	P	P	R
A39	I		P	P	P	P	P	P	I	P	P	R
A40				I		I				P	P	
A41			I			I				P	P	
A42			P	P		P	I	I		P	P	
A43			I	I						P	P	
A44			P	P	I	P		I		P	P	
A45			P	P	I	P	I			P	P	
A46	I	I	P	P	P	P	P	P		P	P	R
A47												
A48										P		
A49	R	R	P	P	P	P	P	P	R	P	P	