

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA

GUSTAVO TAVEIRA

**Um Método Financeiro para Gestão  
de Portifólio e Priorização de Projetos  
de Tecnologia da Informação**

Prof. Eber Assis Schmitz, Ph.D.  
NCE/DCC - UFRJ  
Orientador

Prof. Antonio Juarez Alencar, Ph.D.  
NCE/DCC - UFRJ  
Co-orientador

Rio de Janeiro, Setembro de 2010

## Ficha Catalográfica

Taveira, Gustavo

Um Método Financeiro para Gestão de Portifólio e Priorização de Projetos de Tecnologia da Informação / Gustavo Taveira. – Rio de Janeiro: UFRJ IM, 2010.

79 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Núcleo de Computação Eletrônica – NCE / Instituto de Matemática – IM / Universidade Federal do Rio de Janeiro– UFRJ, 2010.

Orientador: Eber Assis Schmitz

Co-orientador: Antonio Juarez Alencar.

I. Schmitz, Eber Assis. II. Alencar, Antonio Juarez.  
III. Título.

Gustavo Taveira

## **Um Método Financeiro para Gestão de Portifólio e Priorização de Projetos de Tecnologia da Informação**

Rio de Janeiro, 15 de Setembro de 2010

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovado por:

---

Prof. Eber Assis Schmitz, Ph.D.  
NCE/DCC - UFRJ (Orientador)

---

Prof. Antonio Juarez Alencar, Ph.D.  
NCE/DCC - UFRJ (Co-orientador)

---

Prof. Maria Luiza Campos, Ph.D.  
NCE/DCC - UFRJ

---

Prof. Alexandre Correa, D.Sc.  
UNIRIO

---

Prof. Marcio Barros, D.Sc.  
UNIRIO

*Aos meus pais, fonte eterna de inspiração e admiração...*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, eu gostaria de agradecer a **Deus** que me deu a oportunidade de cursar tanto o Bacharelado quanto o Mestrado em uma excelente instituição como a UFRJ e todas as ferramentas que precisei na minha vida para chegar até aqui. Tenho plena consciência de que sem a graça dEle eu não seria ninguém e, com certeza, não conquistaria as coisas que já conquistei em minha vida.

Aos meus pais, **Walter e Célia**, que além de educadores e incentivadores são os maiores e melhores exemplos de vida que eu poderia ter. Eles que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e aconselhando em todas as decisões pessoais e profissionais que tomei na minha vida, além de representarem um porto seguro com o qual eu sei que sempre poderei contar, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha noiva e grande amiga **Thaissa**, que acompanhou toda a minha jornada durante a graduação e mestrado, me apoiando e incentivando em todos os momentos que precisei de uma palavra-amiga ou, simplesmente, de alguém com quem desabafar.

Aos meus orientadores **Eber Assis Schmitz e Antonio Juarez Alencar**, por toda a confiança depositada em mim e pelo conhecimento e conselhos transmitidos ao longo dessa jornada, me mantendo sempre na direção correta, rumo ao meu objetivo.

Aos meus chefes e amigos **Sylvia Cruz, Vicente Fernandez e Rafael Estima**, que sempre foram compreensivos com meus horários e me deram toda a liberdade e apoio necessário para a realização deste sonho.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram para a minha formação, mas em especial aos doutores **Maria Luiza Campos, Alexandre Correa e Marcio Barros** que, gentilmente, aceitaram o convite para participar da avaliação deste trabalho.

## RESUMO

Nos dias de hoje, em que o mercado está se tornando cada vez mais competitivo, a busca infundável por uma vantagem competitiva e a otimização do uso de seus recursos são fatores cruciais para o sucesso de qualquer organização. Para isso, as empresas precisam maximizar o retorno proveniente de seus portfólios de investimentos, escolhendo cuidadosamente os projetos de TI que devem ser priorizados e os riscos que estão dispostas a enfrentar. Caso contrário, estarão fadadas a gastar tempo e dinheiro e, ainda assim, propensas ao insucesso.

Este trabalho apresenta um método para melhor avaliar os investimentos a serem feitos em um portfólio de projetos de TI, ajudando no processo de tomada de decisão por parte dos gerentes. O método permite que módulos comuns a mais de um projeto sejam identificados antecipadamente, evitando a duplicação de esforços e de gastos. Além disso, ele favorece a priorização dos projetos de uma forma capaz de maximizar o valor presente líquido do portfólio, considerando a política de exposição a riscos existente dentro da empresa. O *Incremental Funding Portfolio Management* estende a idéia de Denne e Cleland-Huang sobre *minimum marketable features* e combina estudos sobre a Teoria das Decisões (*Decision Theory*) e os Princípios de Escolha (*Principles of Choice*) para guiar o tomador de decisão diante das incertezas inerentes ao processo de análise de investimentos.

**Palavras-chave:** Portfolio management, incremental funding method, minimum marketable features; principles of choice, decision theory.

## A Financially Informed Method for IT Portfolio Management and Projects Prioritization

### ABSTRACT

In today's very competitive business environment, making the best possible use of limited resources is crucial to achieve success and gain competitive advantage. To accomplish such a goal, organizations have to maximize the return provided by their portfolio of future investments, choosing very carefully the IT projects they undertake and the risks they are willing to accept, otherwise they are bound to waste time and money, and still be likely to fail.

This work introduces a method that enables managers to better evaluate the investment to be made in a portfolio of IT projects. The method favors the identification of common parts, avoiding the duplication of work efforts, and the selection of the implementation order that yields the highest net present value, considering a given risk exposure policy. The Incremental Funding Portfolio Management extends Denne and Cleland-Huang's ideas on minimum marketable feature modules and uses both Decision Theory and the Principles of Choice to guide the decisions made under uncertainty.

**Keywords:** Portfolio management, incremental funding method, minimum marketable features; principles of choice, decision theory.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Fases do projeto com o uso do IFM . . . . .	19
Figura 2.2: Grafo de precedência do projeto . . . . .	23
Figura 3.1: Funções de densidade probabilística com dominância . . . . .	31
Figura 3.2: Funções de densidade probabilística sem dominância . . . . .	32
Figura 4.1: Grafo de precedência do portfólio de projetos da MTC . . . . .	51
Figura 4.2: Grafo de precedência do projeto M-WALLET . . . . .	51
Figura 4.3: Grafo de precedência do projeto M-TICKET . . . . .	52
Figura 4.4: Grafo de precedência do projeto MESSAGE+ . . . . .	52
Figura 4.5: Grafo de precedência do projeto VIDEOMAIL . . . . .	52
Figura 4.6: Grafo de precedência do projeto VOIP . . . . .	53
Figura 4.7: CDF do VPL para cada uma das sequências selecionadas . . . . .	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Fluxo de caixa dos módulos (US\$ 1.000) . . . . .	24
Tabela 2.2: Fluxos de caixa dos módulos com incerteza (US\$ 1.000) . . . . .	27
Tabela 3.1: Probabilidade de alcançar o resultado desejado . . . . .	32
Tabela 3.2: Valor presente líquido mínimo de cada alternativa . . . . .	34
Tabela 3.3: Valor presente líquido máximo de cada alternativa . . . . .	35
Tabela 3.4: Valor presente líquido médio gerado por cada alternativa . . . . .	36
Tabela 3.5: Valor de Hurwicz de cada alternativa . . . . .	36
Tabela 3.6: Arrependimento máximo por alternativa . . . . .	37
Tabela 4.1: Portifólio de projetos de TI da MTC . . . . .	46
Tabela 4.2: AEs e MMFs do projeto M-WALLET . . . . .	47
Tabela 4.3: AEs e MMFs do projeto M-TICKET . . . . .	48
Tabela 4.4: AEs e MMFs do projeto MESSAGE+ . . . . .	49
Tabela 4.5: AEs e MMFs do projeto VIDEOMAIL . . . . .	49
Tabela 4.6: AEs e MMFs do projeto VOIP . . . . .	50
Tabela 4.7: Fluxo de caixa dos AEs e MMFs identificados (US\$ 1.000) . . . . .	54
Tabela 4.8: Sequências selecionadas como ótimas nos cenários da simulação . . . . .	57
Tabela 4.9: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e método Tradicional . . . . .	62
Tabela 4.10: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e IFM . . . . .	62
Tabela 4.11: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e IFM* . . . . .	63
Tabela 4.12: Comparativo do período de investimento e payback-time . . . . .	64
Tabela 4.13: Comparativo do número de projetos implementados . . . . .	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Architectural Element
ARPU	Average Revenue Per User
CDF	Cumulative Density Function
IFM	Incremental Funding Method
IFPM	Incremental Funding Portfolio Management
MMF	Minimal marketable feature
MMS	Multimedia Message Service
PDF	Probability Density Function
PMO	Project Management Office
PPM	Project Portfolio Management
SMS	Short Message Service
TI	Tecnologia da informação
TPDF	Triangular probability density function
VoIP	Voice over internet protocol
VPL	Valor presente líquido

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivo	14
1.3	Contribuições	15
1.4	Estrutura da dissertação	16
<b>2</b>	<b>INCREMENTAL FUNDING METHOD</b>	18
2.1	Introdução	18
2.2	Módulos de <i>software</i> auto-contidos	20
2.2.1	Minimum Marketable Features	20
2.2.2	Elementos Arquiteturais	21
2.3	Precedência e dependência entre módulos	22
2.4	Estimativa dos fluxos de caixa	23
2.5	Priorização e desenvolvimento dos módulos	24
2.6	Conclusão	25
<b>3</b>	<b>A TOMADA DE DECISÕES DIANTE DE INCERTEZAS</b>	28
3.1	Introdução	28
3.2	Critérios de avaliação das alternativas	30
3.2.1	Dominância Probabilística	30
3.2.2	Aspiration Level	31
3.2.3	Critérios Baseados em Medidas de Interesse	33
3.3	Princípios de Escolha	34
3.3.1	Maximin ou Minimax	34
3.3.2	Maximax ou Minimin	34
3.3.3	Laplace	35
3.3.4	Hurwicz	36
3.3.5	Savage	37
3.4	Conclusão	37

<b>4</b>	<b>O MÉTODO</b>	39
4.1	Introdução	39
4.2	<b>O Incremental Funding Portfolio Management</b>	41
4.3	<b>Aplicação do IFPM em um portfólio real</b>	44
4.3.1	Contextualização	44
4.3.2	Definindo os projetos que devem ser considerados no portfólio	45
4.3.3	Identificando os módulos de software autocontidos	46
4.3.4	Identificando os módulos que são comuns a mais de um projeto	48
4.3.5	Definindo as relações de precedência entre os módulos	50
4.3.6	Estimando o fluxo de caixa dos módulos dentro da janela de oportunidade	53
4.3.7	Definindo o critério de decisão mais adequado ao perfil da empresa	54
4.3.8	Encontrando a função de densidade cumulativa que representa cada alternativa de investimento	55
4.3.9	Selecionando a melhor alternativa de acordo com os critérios previamente estabelecidos	58
4.4	<b>Resultado</b>	60
4.4.1	Investimento inicial e valor presente líquido	61
4.4.2	Período de investimento e payback-time	63
4.4.3	Aderência ao Planejamento	64
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	66
5.1	Introdução	66
5.2	Discussão	67
5.2.1	Por que as estimativas sobre MMFs e AEs foram estendidas?	67
5.2.2	Como definir o melhor critério de escolha a ser utilizado?	68
5.2.3	Quais os benefícios do uso do IFPM pelas empresas?	69
5.3	<b>Limitações e trabalhos futuros</b>	71
5.4	<b>Conclusão</b>	73
	<b>REFERÊNCIAS</b>	74

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

No final dos anos 90, de acordo com Mandel (MANDEL, 1997), os gastos de algumas empresas com tecnologia da informação (TI) já representavam uma fatia considerável, que variava de 30% a 50%, de todo o investimento realizado. Com a chegada do novo milênio e o reconhecimento de sua importância estratégica, o gasto com projetos de TI dentro de empresas das mais diversas áreas de atuação continuou crescendo rapidamente e se tornou, em muitos casos, a parte dominante do seu orçamento (CHEN et al., 2007). Apesar disso, muitos são os casos em que estes investimentos ainda são realizados de forma errada, acumulando grandes prejuízos e causando danos que, muitas vezes, são irreversíveis (BINGI; SHARMA; GODLA, 1999; CHEN, 2001; SOMERS; NELSON, 2003).

Nos dias de hoje, o investimento em TI é considerado um fator crucial para a obtenção de vantagens competitivas e uma diferenciação no mercado (BYRD; LEWIS; BRYAN, 2006; WESTERMAN; HUNTER, 2007). Ao mesmo tempo, projetos de TI são investimentos de alto risco e possuem alto índice de insucesso (WHITTAKER, 1999; BIEHL, 2007), fazendo com que seja cada vez maior a pressão sobre os gerentes

para manter o equilíbrio entre riscos e benefícios em suas decisões (BACCARINI; SALM; LOVE, 2004; CHEN et al., 2007; S. DEWAN C. SHI, 2007). Por conta disso, o desafio de otimizar os investimentos realizados em projetos de TI, mantendo o seu alinhamento estratégico com o negócio, é um tema recorrente tanto para gerentes de TI quanto para os gerentes de áreas responsáveis pelo negócio (BYRD; LEWIS; BRYAN, 2006; SILVIUS, 2008).

Com o objetivo de facilitar este processo de tomada de decisão, McFarlan (MCFARLAN, 1981) sugere o uso da teoria de portfólios para gerenciar e otimizar o investimento a ser feito por uma empresa em seus projetos de TI.

A importante lição proveniente dos estudos da teoria de portfólios é o entendimento de que o valor dos investimentos e ativos<sup>1</sup> dentro de um portfólio estão altamente correlacionados (MARKOWITZ, 1952). Em outras palavras, decisões sobre investimentos não podem ser tomadas de forma isolada (SILVIUS, 2008). Conseqüentemente, estudos na área de gerência de portfólio de projetos (PPM) vem recebendo crescente atenção por parte de pesquisadores e tomadores de decisão, defendendo práticas em que todo o portfólio deve ser considerado antes de tomar qualquer decisão sobre quais projetos devem ser definidos como prioritários e quais devem ser incluídos ou retirados do portfólio (JEFFERY; LELIVELD, 2004; REYCK et al., 2005).

## 1.2 Objetivo

O trabalho desta dissertação tem como objetivo principal a criação de um método financeiro, baseado no *Incremental Funding Method* (IFM) de Mark Denne and Jane

---

<sup>1</sup>Qualquer coisa que tenha valor para um indivíduo ou uma organização, tal como: computadores, edificações, *software*, ...

Cleland-Huang's (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003, 2004), para gestão de portfólios e priorização de projetos, permitindo uma melhor avaliação dos investimentos a serem feitos por uma empresa em seu portfólio de projetos de TI. Para isso, é necessário levar em consideração toda a carteira de projetos da empresa, além de sua política de exposição a riscos.

Para alcançar estes objetivos, além do IFM, o método também faz uso de uma combinação da Teoria das Decisões (*Decision Theory*) (HOLLOWAY, 1979) e dos Princípios de Escolha (*Principles of Choice*) (LANG; MERINO, 1993; WHITE, 2006) no suporte ao processo de tomada de decisão diante de incertezas.

### 1.3 Contribuições

O *Incremental Funding Portfolio Management* (IFPM), apresentado ao longo deste trabalho, é um método que permite uma melhor avaliação da parte de gerentes e tomadores de decisão sobre os investimentos a serem feitos em um portfólio de projetos de TI. Levando em conta as propostas da área de gerência de portfólio de projetos, o método possibilita a análise do portfólio como um todo, ao invés de analisar cada um dos projetos isoladamente, fazendo com que as decisões sejam mais interessantes para a empresa.

O método proposto estende o IFM de Denne e Cleland-Huang e sua idéia de modularização de projetos para que possa contemplar os riscos inerentes a projetos de TI. Além disso, o método é capaz de identificar antecipadamente os módulos comuns a diversos projetos e encontrar a melhor ordem de implementação dos módulos, priorizando os projetos dentro do portfólio em ambiente de incerteza. Ao levar em consideração o perfil da empresa com relação a riscos, o método mostra ainda que os resultados podem variar caso o gerente tenha uma postura tomadora de riscos,

moderada ou conservadora.

Resultados parciais deste trabalho foram publicados no *12<sup>th</sup> International Conference on Enterprise Information Systems*, realizada na Ilha da Madeira em Junho de 2010, sob o título “A Method for Portfolio Management and Prioritization: An Incremental Funding Method Approach” (TAVEIRA; ALENCAR; SCHMITZ, 2010).

## 1.4 Estrutura da dissertação

Este trabalho está dividido em um total de seis capítulos. Este primeiro faz uma breve contextualização e uma introdução sobre o problema que o motivou, descrevendo os objetivos a serem alcançados e as contribuições do método proposto.

O Capítulo 2 introduz os conceitos do *Incremental Funding Method* (IFM) e mostra como o método de Denne and Cleland-Huang foi estendido para ser aplicado em portfólios e, ao mesmo tempo, contemplar o alto risco inerente de investimentos em projetos de TI e a incerteza existente nas estimativas dos seus fluxos de caixa.

No Capítulo 3, são apresentados os conceitos de Teoria das Decisões (*Decision Theory*) e dos Princípios de Escolha (*Principles of Choice*). Além disso, o capítulo mostra como estes conceitos podem ser combinados para suportar a análise das alternativas de investimento e os processos de tomada de decisão, levando em consideração o perfil do tomador de decisão (conservador, moderado ou agressivo).

O quarto capítulo apresenta o método chamado *Incremental Funding Portfolio Management* (IFPM) através de um exemplo inspirado em dados reais do portfólio de projetos de uma das maiores empresas de telefonia móvel da América Latina. O exemplo é apresentado passo a passo, mostrando como as empresas podem se

beneficiar do método proposto por este trabalho.

O Capítulo 5, discute os impactos causados no gerenciamento de portfólios de projetos e na estratégia do negócio quando o método é colocado em prática. Neste capítulo são apresentadas, também, as conclusões finais sobre o trabalho e algumas sugestões de trabalhos futuros.

## 2 INCREMENTAL FUNDING METHOD

### 2.1 Introdução

O Incremental Funding Method (IFM), idealizado por Mark Denne e Jane Cleland-Huang, é uma abordagem financeira para o processo de desenvolvimento de *software*. Seu objetivo é maximizar o retorno obtido através da entrega das funcionalidades em “pedaços” que agregam valor ao negócio, de forma iterativa, otimizando o valor presente líquido (VPL) do projeto (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004).

Seguindo a idéia de “dividir para conquistar”, usada pela primeira vez no mundo da computação por Anatolii Karatsuba (KARATSUBA; OFMAN, 1963) em seu eficiente algoritmo para multiplicação de grandes números, Denne e Cleland-Huang utilizam *Functional-Class Decomposition* (CHANG et al., 2001) para dividir o projeto em módulos de *software* auto-contidos, que podem ser entregues de forma incremental e em curtos intervalos de tempo (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004). Desta forma, estes módulos podem ser gerenciados como mini-projetos que serão entregues, sequencialmente, até que todos os requisitos do projeto inicial sejam contemplados, aumentando a probabilidade de sucesso de projetos considerados grandes e complexos (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003).

Com a entrega rápida e sequencial dos primeiros módulos, o sistema já pode ser colocado em produção e prover os primeiros ganhos ao cliente. Em pouco tempo, os módulos que já estão em produção são capazes de gerar ganhos suficientes para financiar o custo de desenvolvimento dos demais, sem necessidade de novos aportes financeiros, até que o projeto atinja seu ponto de *breakeven* e passe a gerar lucros para o negócio (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004), como mostra a Figura 2.1.

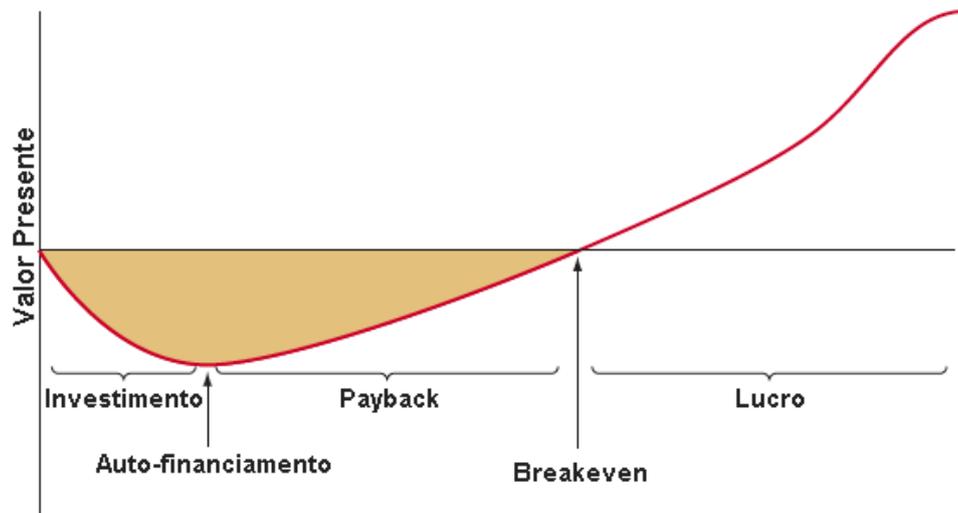


Figura 2.1: Fases do projeto com o uso do IFM

Os benefícios desta abordagem para o processo de desenvolvimento de *software* são muitos, por exemplo:

- Sistemas grandes e complexos podem ser desenvolvidos a partir de um investimento inicial relativamente menor,
- Aproxima, na prática, os mundos das finanças e do desenvolvimento de *software*,
- Maximiza o retorno do investimento realizado (ROI),

- Permite um menor *time-to-market* do *software* e de produtos que dependem do desenvolvimento de *software*,
- As demandas por menores períodos de investimento e *payback-time* são atendidas, e
- Posiciona o desenvolvimento de *software* como um processo de criação de valor onde a análise do negócio é fundamental para o sucesso do projeto.

## 2.2 Módulos de *software* auto-contidos

A idéia de decompor o sistema de informação em módulos que são entregues de forma rápida e iterativa não é nenhuma novidade e, nos últimos anos, sua importância vem sendo destacada tanto pelos métodos ágeis como por métodos tradicionais (BECK, 1999; SUCCI et al., 2002; KROLL; KRUCHTEN, 2003). Porém, o grande ganho do IFM em relação às abordagens anteriores está nos critérios usados para identificação de seus módulos e para priorização dos mesmos ao longo do projeto.

### 2.2.1 Minimum Marketable Features

De acordo com Denne e Cleland-Huang, desenvolvimento de *software* é um processo iterativo de criação e entrega de valor ao cliente em forma de módulos chamados de *minimum marketable features* ou, simplesmente, MMFs (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003). Uma MMF é um módulo de *software* auto-contido que agrega valor ao negócio em uma ou mais das seguintes formas (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004; SCHMITZ et al., 2008):

- *Diferenciação competitiva* – o módulo permite a criação de produtos ou servi-

ços que são diferentes de tudo que é oferecido no mercado e que possuem valor para o cliente;

- *Geração de receita* – apesar de não prover nenhuma *feature* que seja diferente, permite oferecer produtos e serviços com a mesma qualidade por um preço melhor;
- *Redução de custos* – permite que seja feita uma economia no negócio, tornando menos custosa a execução de um ou mais processos de negócio;
- *Projeção da marca* – permite a projeção da marca perante ao mercado como sendo inovadora, socialmente responsável ou ecologicamente consciente; e
- *Aumento da lealdade do cliente* – fomenta que os atuais clientes comprem mais, com maior frequência ou ambos.

### 2.2.2 Elementos Arquiteturais

Além dos módulos de *software* chamados de MMFs, todo projeto possui uma infraestrutura arquitetural<sup>1</sup> sobre a qual estes módulos podem ser desenvolvidos (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003). Caso toda essa infraestrutura tenha que ser entregue ao cliente no início do projeto, adiando a implementação das MMFs, o tempo gasto até que o projeto possa gerar lucro será estendido, tornando-o menos atrativo e podendo, até mesmo, inviabilizá-lo (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004).

De acordo com o IFM, toda a infraestrutura arquitetural do projeto também pode ser dividida em módulos auto-contidos que podem ser entregues “sob demanda” em momentos diferentes do projeto, de forma incremental (DENNE; CLELAND-

---

<sup>1</sup>Conjunto de componentes que possibilita a construção de um determinado sistema de informação.

HUANG, 2005). Estes módulos recebem o nome de elementos arquiteturais, do inglês *architectural elements* ou, simplesmente, AEs.

Como os AEs são entregues sob demanda, somente os que são realmente necessários para a entrega das primeiras MMFs devem ser entregues antes delas, reduzindo o investimento inicial necessário para colocar o projeto em execução e permitindo que o mesmo comece a gerar ganhos o quanto antes. Do ponto de vista financeiro, esta abordagem aumenta o lucro do projeto reduzindo o tempo e o dinheiro gasto até sua entrada em produção (DENNE; CLELAND-HUANG, 2005).

### 2.3 Precedência e dependência entre módulos

No IFM, depois que as MMFs e AEs são identificados, abre-se uma janela de oportunidade no tempo onde cada um deles, quando devidamente entregue e colocado em produção, agregará valor ao negócio do cliente. Com o passar do tempo, a tendência é que essa janela se feche e que o módulo de *software* ou, até mesmo, todo o produto no qual o mesmo está inserido se torne obsoleto e seja descartado ou substituído por uma alternativa de maior valor (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003).

Desta forma, enquanto durar a janela de oportunidade, é importante que os módulos capazes de agregar mais valor ao negócio sejam priorizados em relação aos módulos que não trarão um retorno tão significativo (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003). Porém, apesar de se tratar de módulos de *software* auto-contidos, é muito comum que algumas MMFs e AEs só possam ser desenvolvidos depois que outros módulos já foram entregues, criando uma relação de dependência entre eles. Esta dependência, que pode ser técnica ou simplesmente uma questão do negócio, acaba por restringir a ordem em que os módulos podem ser entregues e limitar as possíveis opções de ordenação e priorização (DENNE; CLELAND-HUANG, 2005).

No momento em que todas estas relações de interdependência dos módulos estão mapeadas, é possível construir o que Denne e Cleland-Huang chamam de grafo de precedência do projeto (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003). Este grafo tem como objetivo mostrar, de forma visual, todas as restrições (técnicas e de negócio) existentes.

Como exemplo, considere o conjunto de MMFs e AEs cujas opções de ordenação estão limitadas pelo grafo de precedência mostrado na Figura 2.2. Neste grafo, uma seta que parte de um módulo de *software* a outro, por exemplo  $AE_4 \rightarrow MMF_2$ , indica que o segundo módulo ( $MMF_2$ ) só poderá ser desenvolvido e colocado em produção depois que o primeiro ( $AE_4$ ) já estiver totalmente operacional.

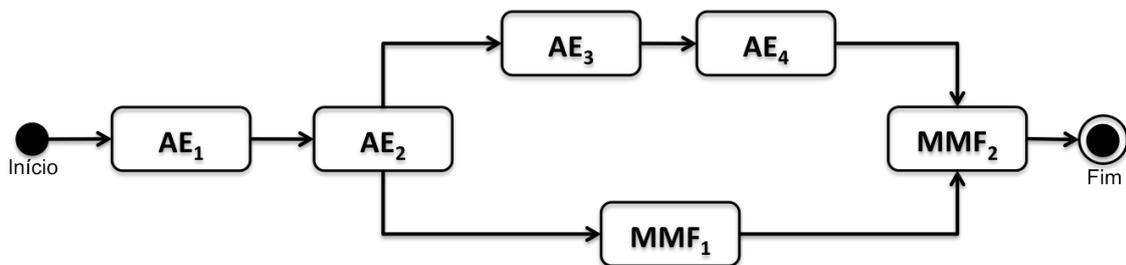


Figura 2.2: Grafo de precedência do projeto

## 2.4 Estimativa dos fluxos de caixa

No IFM, um dos elementos chave para o bom funcionamento do método é a construção dos fluxos de caixa de cada módulo identificado no projeto. Uma vez que todos estes módulos sejam conhecidos, o custo de desenvolvimento e o retorno que cada um deles trará ao negócio, dentro da janela de oportunidade estabelecida, devem ser estimados (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003).

Esta é uma tarefa que exige um alto grau de colaboração entre as diversas áreas

envolvidas. Enquanto a equipe de desenvolvedores possui conhecimento suficiente para estimar a complexidade e os custos de implementação de cada um, a equipe de negócio detem informações sobre o mercado, o público alvo e as campanhas de marketing, sendo capaz de fazer uma estimativa sobre quanto cada um destes módulos trará de retorno para a empresa (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004). A Tabela 2.1 mostra o fluxo de caixa estimado para cada um dos módulos apresentados na Figura 2.2 dentro da janela de oportunidade do projeto.

Tabela 2.1: Fluxo de caixa dos módulos (US\$ 1.000)

Módulo	Período					
	1	2	3	4	...	30
AE <sub>1</sub>	-27	0	0	0	...	0
AE <sub>2</sub>	-70	0	0	0	...	0
AE <sub>3</sub>	-40	0	0	0	...	0
AE <sub>4</sub>	-14	0	0	0	...	0
MMF <sub>1</sub>	-6	2	5	7	...	30
MMF <sub>2</sub>	-12	25	28	35	...	80

## 2.5 Priorização e desenvolvimento dos módulos

O principal objetivo do IFM é encontrar a sequência ótima para o desenvolvimento e entrega dos módulos até que o projeto seja entregue por completo (DENNE; CLELAND-HUANG, 2005). Isso é feito analisando as restrições de sequenciamento impostas pelo grafo de precedência mostrado na Figura 2.2 e as estimativas de fluxos de caixa apresentadas na Tabela 2.1. Diferentes abordagens para essa otimização podem ser encontradas nos trabalhos de Denne e Cleland-Huang (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003, 2004) e Alencar *et al.* (ALENCAR; SCHMITZ; ABREU, 2008a; SCHMITZ; ALENCAR; AZEVEDO, 2008).

Um fato importante sobre os AEs que pode ser notado ao analisar a Tabela 2.1 é que, enquanto é necessário um investimento inicial para seu desenvolvimento, eles não

geram nenhum tipo de receita durante todo o ciclo de vida do projeto. Por exemplo, o  $AE_1$  pode ser desenvolvido em apenas um período, requer um investimento de 27 mil reais e não gera nenhum lucro para o cliente até que a janela de oportunidade do projeto seja fechada, 29 períodos depois. Por outro lado, o desenvolvimento deste módulo é pré-requisito para que todos os outros módulos possam ser desenvolvidos e, portanto, ele é extremamente importante para o projeto.

Apesar de, assim como os AEs, as MMFs também precisarem de um investimento inicial para que sejam desenvolvidas, estes módulos são capazes de gerar lucros ao negócio durante os períodos subsequentes à sua entrega. Por exemplo, a  $MMF_1$  pode ser desenvolvida durante um determinado período através do investimento de 12 mil reais e, de acordo com as estimativas feitas, é capaz de gerar um lucro de 25 mil reais no primeiro período em que esteja operacional, 28 mil reais no segundo e assim sucessivamente durante todo o ciclo de vida do projeto.

## 2.6 Conclusão

O IFM, quando colocado em prática, é um método bastante eficaz para aproximar mundos bastante distintos. Através dele, profissionais de TI podem adotar uma linguagem que trata de métricas financeiras e que pode ser facilmente compreendida pela área de negócios e alta gerência de uma empresa, permitindo que a evolução de projetos de TI esteja alinhada com a estratégia do negócio.

Porém, é importante ressaltar que, para ser aplicado no mundo real, o IFM precisa ser estendido para contemplar alguns aspectos importantes que são ignorados por sua proposta original. Afinal, olhar para um projeto de cada vez com o objetivo de maximizar seu VPL pode não ser o principal objetivo das empresas, que normalmente possuem recursos limitados, diversas opções de investimento e preferem se benefi-

ciar da análise de todo o seu portfólio de projetos de TI, mesmo que seja necessário sacrificar algum projeto específico que não traria os retornos esperados (JEFFERY; LELIVELD, 2004; REYCK et al., 2005).

Além disso, a forma como os elementos dos fluxos de caixa de MMFs e AEs são calculados por Denne e Cleland-Huang (*op. cit.*) impede que eles reflitam a realidade de forma adequada, quando normalmente tanto o investimento necessário para o desenvolvimento de um determinado módulo quanto os lucros que, possivelmente, serão gerados por ele não podem ser determinados com antecedência.

A literatura indica que o desenvolvimento de *software* é uma atividade de alto risco (WESTERMAN; HUNTER, 2007). Para que seja possível utilizar o método dentro de situações reais, é necessário considerar toda esta incerteza associada ao projeto e à estimativa de valores futuros de um fluxo de caixa, uma vez que decisões tomadas diante de incertezas costumam ser bem diferentes de decisões tomadas diante de um futuro previamente conhecido (ABDELLAOUI; HEY, 2008; BARBOSA; SCHMITZ; ALENCAR, 2008; SCHMITZ; ALENCAR; AZEVEDO, 2008).

Em diversas circunstâncias, uma distribuição triangular, do inglês *triangular probability density function* (TPDF), é usada para representar a incerteza inerente aos fluxos de caixa (ABDELLAOUI; HEY, 2008). Essa TPDF pode ser obtida estimando-se um limite inferior (*Min*), um limite superior (*Max*) e o valor mais provável (*MP*) para cada um dos períodos em questão, como apresentado na Tabela 2.2. De acordo com Hubbard (HUBBARD, 2007), os limites inferior e superior podem ser mais facilmente obtidos considerando, respectivamente, o pior o e melhor caso entre todos os possíveis cenários.

Tabela 2.2: Fluxos de caixa dos módulos com incerteza (US\$ 1.000)

Módulo	Período				
	1 (Min,MP,Max)	2 (Min,MP,Max)	3 (Min,MP,Max)	...	30 (Min,MP,Max)
AE <sub>1</sub>	(-35,-24,-20)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
AE <sub>2</sub>	(-80,-75,-60)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
AE <sub>3</sub>	(-50,-35,-30)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
AE <sub>4</sub>	(-18,-12,-10)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
MMF <sub>1</sub>	(-9,-6,-5)	(1,2,5)	(3, 5, 8)	...	(28, 30, 35)
MMF <sub>2</sub>	(-15,-12,-10)	(22,25,30)	(25, 28, 33)	...	(70, 85, 90)

No Capítulo 4, cada um destes “pontos fracos” do IFM é devidamente endereçado e tratado pelo método proposto neste trabalho, denominado *Incremental Funding Portfolio Management* (IFPM), que estende o IFM para a gerência de portfólios de projetos de desenvolvimento de *software*, onde os riscos e incertezas não podem ser ignorados.

## 3 A TOMADA DE DECISÕES DIANTE DE INCERTEZAS

### 3.1 Introdução

Investir em projetos de TI é considerado pela literatura como um fator chave para a obtenção de vantagens competitivas e diferenciação no mercado (BYRD; LEWIS; BRYAN, 2006; WESTERMAN; HUNTER, 2007). Ao mesmo tempo, estes projetos são investimentos de alto risco e possuem alto índice de insucesso (WHITTAKER, 1999; BIEHL, 2007). Por conta disso, é crucial para a saúde financeira de uma empresa que seus profissionais analisem, cuidadosamente, as opções de investimento e sempre tomem decisões mantendo o equilíbrio entre os riscos e benefícios (BACCARINI; SALM; LOVE, 2004; CHEN et al., 2007; S. DEWAN C. SHI, 2007).

Quando é possível prever e comparar os resultados de todas as possíveis alternativas utilizando apenas uma medida de interesse, escolher a melhor opção torna-se uma atividade simples de ser realizada. Porém, nos casos onde qualquer tipo de incerteza está presente no processo decisório, analisar as alternativas e fazer a escolha certa pode ser bastante complexo (HOLLOWAY, 1979).

Em seu trabalho, Holloway (*op. cit.*) identifica quatro características que fazem crescer o grau de complexidade de um problema e, conseqüentemente, da decisão a ser tomada. São elas:

- *influência de diversos fatores no resultado final* – que é geralmente o caso de problemas financeiros, como decisões de investimento;
- *existência de mais de um tomador de decisão* – uma situação comum à grande maioria de empresas, que precisam alinhar os interesses de diversas áreas;
- *presença de incerteza* – que é inerente a qualquer projeto de TI e ao ambiente dinâmico onde se encaixa a atividade de desenvolvimento de software; e
- *multiplicidade das variáveis de interesse* – quando o resultado final precisa ser avaliado usando mais de uma variável de interesse e se faz necessário encontrar o equilíbrio entre elas para tomar uma decisão, como é o caso de lucro e risco.

Por serem considerados investimentos de risco, as variáveis de interesse utilizadas na avaliação de projetos de TI precisam contemplar a incerteza que é inerente aos mesmos (SCHWARTZ; ZOZAYA-GOROSTIZA, 2003; WESTERMAN; HUNTER, 2007). A medida que estas variáveis incorporam incertezas, elas se transformam em variáveis aleatórias e, conseqüentemente, podem ser representadas por funções de densidade probabilísticas (probabilistic density function, PDF) (KOTZ; DORP, 2004).

Dessa forma, a adoção de um critério que seja capaz de analisar e comparar essas PDFs de forma eficiente e de auxiliar no processo de tomada de decisões diante das incertezas é um fator crítico de sucesso para empresas de todos os setores. Os critérios de escolha a serem utilizados pelas empresas e tomadores de decisão podem

ser classificados em três grupos (HOLLOWAY, 1979): dominância probabilística, aspiration-level e critérios baseados em medidas de interesse.

## 3.2 Critérios de avaliação das alternativas

### 3.2.1 Dominância Probabilística

De acordo com o critério de *dominância probabilística*, em circunstâncias onde a probabilidade de uma das alternativas sendo avaliadas alcançar um determinado valor é sempre maior ou igual a probabilidade de qualquer outra alternativa alcançar o mesmo valor, diz-se que a primeira domina probabilisticamente todas as demais (HOLLOWAY, 1979).

Por esta característica, a existência de dominância probabilística deve ser sempre encarada como uma forte razão para a escolha de uma alternativa em detrimento das outras. A Figura 3.1 apresenta um gráfico da função de densidade probabilística (probabilistic density function) do valor presente líquido de duas alternativas de investimento onde há presença de dominância probabilística da alternativa 1 sobre a alternativa 2.

Casos onde o critério de dominância probabilística pode ser utilizado simplificam muito o processo de tomada de decisão e, por isso, esta deve ser sempre a primeira análise a ser realizada, pois costuma eliminar algumas das opções e restringir as possíveis alternativas. Porém, ao tratar de opções de investimento no mundo real, casos em que é possível realizar uma escolha direta usando apenas este critério não são muito comuns (GRAVES; RINGUEST, 2009).

Para os casos onde a dominância probabilística não se aplica diretamente, cada uma

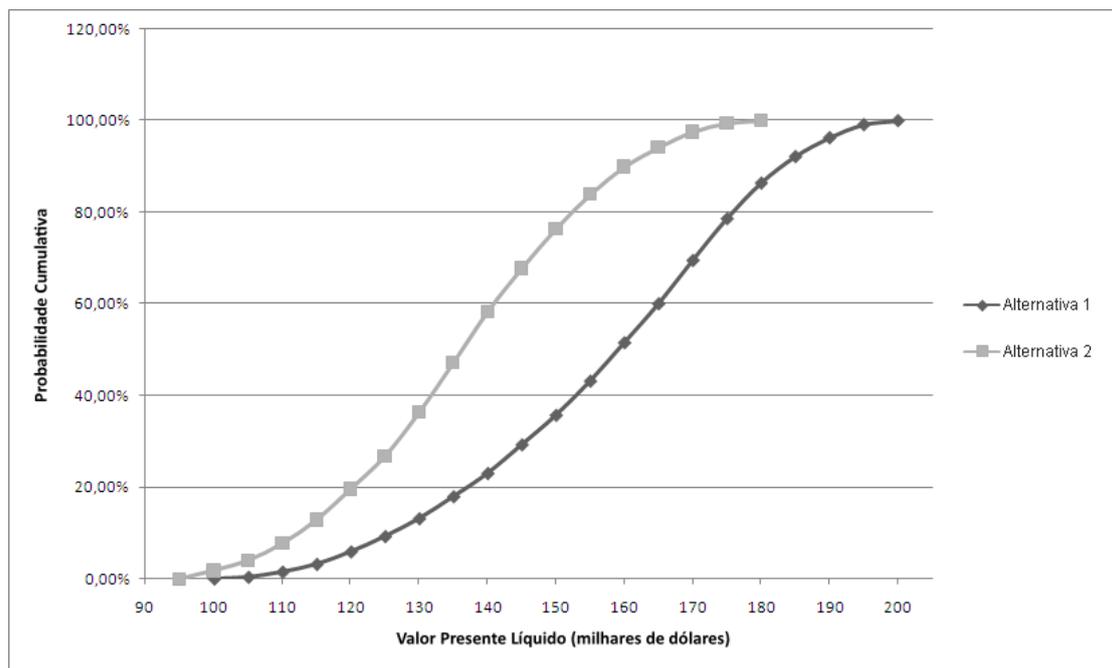


Figura 3.1: Funções de densidade probabilística com dominância

das alternativas restantes deve ser analisada, levando em consideração seus riscos e benefícios para o negócio. Durante esta análise, é muito importante considerar o perfil da empresa e dos tomadores de decisão, para definir se deve ser adotada uma postura mais agressiva ou mais conservadora com relação aos riscos e ao investimento a ser realizado. A Figura 3.2 apresenta as funções de densidade probabilística de três alternativas diferentes, chamadas de *A*, *B* e *C*, onde não existe a presença de dominância probabilística.

### 3.2.2 Aspiration Level

Outro critério muito útil e bastante utilizado na prática é o *Aspiration Level*. Ele analisa as possíveis alternativas, comparando-as com algum resultado previamente estabelecido como objetivo e que é muito importante para a empresa. Desta forma,

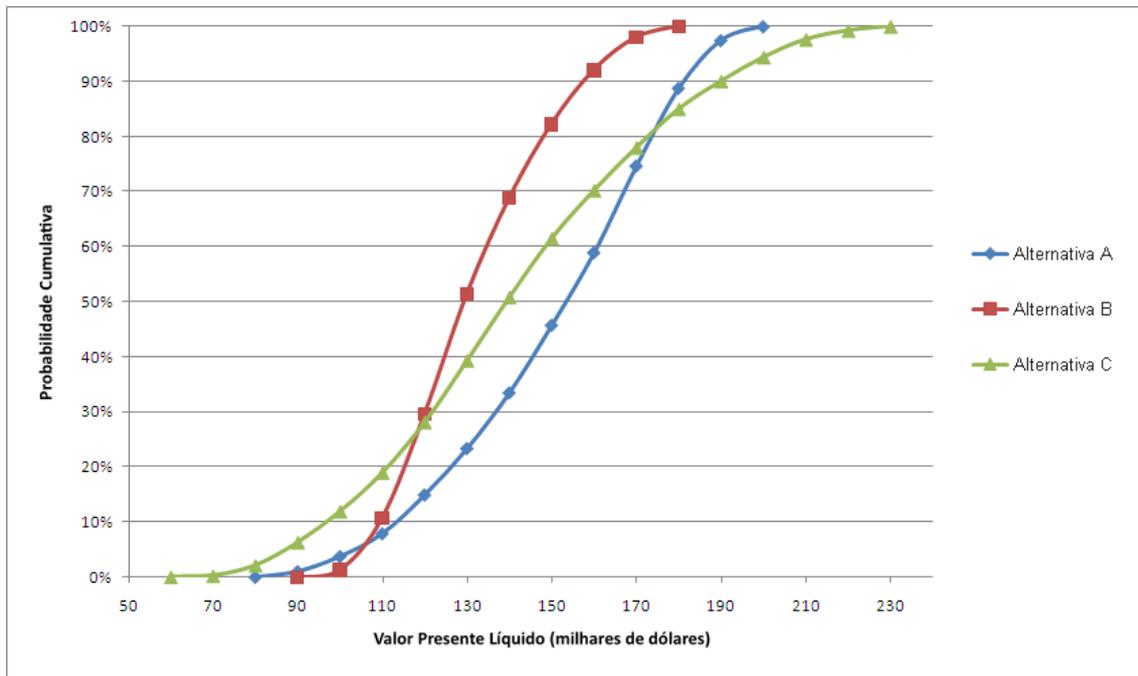


Figura 3.2: Funções de densidade probabilística sem dominância

o uso deste critério visa escolher a alternativa de investimento que é capaz de maximizar a probabilidade de atingir um resultado igual ou superior ao desejado (HOLLOWAY, 1979).

Ao assumir as alternativas apresentadas no exemplo da Figura 3.2 e que o tomador de decisão estabeleceu, antes mesmo de olhar para as opções de investimento, que é extremamente importante chegar a um valor presente líquido (VPL) de US\$ 120.000,00, é possível comparar a probabilidade de cada uma delas alcançar o valor desejado. A Tabela 3.1 apresenta este comparativo.

Tabela 3.1: Probabilidade de alcançar o resultado desejado

Alternativa	Prob. de VPL maior ou igual à US\$ 120.000,00
A	85%
B	70%
C	72%

Neste caso, usando o critério de *Aspiration Level*, a alternativa *A* seria selecionada por apresentar uma probabilidade de 85% de gerar um VPL maior ou igual ao desejado, o que é bastante satisfatório.

### 3.2.3 Critérios Baseados em Medidas de Interesse

Em muitos casos, assimilar e analisar toda a distribuição de probabilidade das diferentes alternativas pode demandar um esforço e um custo que podem comprometer a saúde financeira da empresa. Nestes casos, para facilitar o trabalho dos tomadores de decisão, é bastante comum a opção por fazer a análise e, conseqüentemente, a comparação das alternativas através de critérios baseados em medidas de interesse (Summary Measures), que consideram valores como a média, o mínimo e o máximo, entre outros (HOLLOWAY, 1979). De acordo com a teoria conhecida como Princípios de Escolha (*Principles of Choice*) (LANG; MERINO, 1993; WHITE, 2006), os seguintes critérios são usados para realizar escolhas diante de incertezas, baseados em medidas de interesse:

- Maximin ou Minimax;
- Maximax ou Minimin;
- Laplace ou *Equal Likelihood*;
- Hurwicz; e
- Savage ou *Minimax Regret*.

Maiores detalhes sobre cada um destes critérios são apresentados nas seções subsequentes deste capítulo.

### 3.3 Princípios de Escolha

#### 3.3.1 Maximin ou Minimax

Considerado o mais conservador por ser extremamente pessimista com relação ao resultado dos projetos, este critério sempre considera o pior caso de cada uma das opções para o processo de tomada de decisão.

Desta forma, ao comparar o mínimo de lucro que se pode obter em cada alternativa, ele escolhe a que apresentar o maior valor. Analogamente, ao comparar o máximo de custo de cada alternativa, o critério escolhe o menor valor, ou seja, escolhe sempre o maior entre os lucros mínimos (*Maximin*) ou o menor entre os custos máximos (*Minimax*), dependendo do contexto em que é aplicado.

Retornando ao exemplo apresentado na Figura 3.2, ao optar por utilizar o critério *Maximin*, o tomador de decisão precisa comparar os valores apresentados na Tabela 3.2 e deve selecionar a alternativa *B* como melhor opção de investimento, pois permite a obtenção de um VPL que será, no pior caso, de US\$ 90.000,00.

Tabela 3.2: Valor presente líquido mínimo de cada alternativa

<b>Alternativa</b>	<b>VPL Mínimo</b>
<b>A</b>	US\$ 80.000,00
<b>B</b>	US\$ 90.000,00
<b>C</b>	US\$ 65.000,00

#### 3.3.2 Maximax ou Minimin

Ao contrário do critério anterior, o *Maximax* ou *Minimin* é extremamente otimista e considera o melhor caso de cada uma das alternativas para a tomada de decisão.

Desta forma, ele sempre escolhe o maior entre os lucros máximos (*Maximax*) ou o menor entre os custos mínimos (*Minimin*), dependendo do contexto.

No exemplo da Figura 3.2, ao aplicar o critério *Maximax*, o tomador de decisão deve comparar os valores apresentados na Tabela 3.3 e selecionar a alternativa *C* como a melhor opção de investimento, permitindo que o VPL obtido a partir do investimento realizado sejam de até US\$ 230.000,00.

Tabela 3.3: Valor presente líquido máximo de cada alternativa

<b>Alternativa</b>	<b>VPL Máximo</b>
<b>A</b>	US\$ 200.000,00
<b>B</b>	US\$ 180.000,00
<b>C</b>	US\$ 230.000,00

### 3.3.3 Laplace

O critério de Laplace, também conhecido como critério das probabilidades iguais, parte da idéia de que todos os valores dentro da janela de possibilidades para uma determinada variável de interesse possuem a mesma probabilidade de ocorrer. Desta forma, ele compara todas as alternativas utilizando apenas o valor de suas médias aritméticas.

A Tabela 3.4 apresenta as médias das alternativas apresentadas no exemplo da Figura 3.2. Neste caso, o tomador de decisão deve optar pela alternativa *A*, que apresenta o valor mais alto correspondente a média do VPL da PDF, sendo assim, a melhor opção de investimento.

Tabela 3.4: Valor presente líquido médio gerado por cada alternativa

<b>Alternativa</b>	<b>VPL médio</b>
<b>A</b>	US\$ 149.931,00
<b>B</b>	US\$ 131.532,00
<b>C</b>	US\$ 141.607,00

### 3.3.4 Hurwicz

Ao invés de tomar decisões baseado em apenas uma medida, como é o caso dos critérios anteriores, Hurwicz combina os valores mínimos e máximos, tentando chegar a um equilíbrio entre eles. Este equilíbrio é alcançado utilizando um índice de otimismo ( $\alpha$ ), que deve ser estimado por especialistas baseado no histórico dos projetos e costuma variar entre diferentes empresas. Uma vez definido  $\alpha$ , é possível definir o chamado *Valor de Hurwicz* ( $H_{CV}$ ) de acordo com a Equação 3.1.

$$H_{CV} = \alpha * Max(VPL) + (1 - \alpha) * Min(VPL) \quad (3.1)$$

A Tabela 3.5 apresenta os valores de  $H_{CV}$  para cada uma das alternativas do exemplo, considerando  $\alpha$  igual a 70%. Neste cenário, um tomador de decisão usando o critério de Hurwicz deve dar preferência à alternativa *C* em detrimento a qualquer outra opção de investimento.

Tabela 3.5: Valor de Hurwicz de cada alternativa

<b>Alternativa</b>	$H_{CV}$
<b>A</b>	US\$ 164.000,00
<b>B</b>	US\$ 153.000,00
<b>C</b>	US\$ 179.900,00

### 3.3.5 Savage

Assim como o critério de Hurwicz, Savage também considera os valores mínimos e máximos ao comparar as alternativas no processo decisório. Porém, ao utilizar este critério, a comparação é feita de uma maneira completamente diferente.

O objetivo do critério de Savage é calcular a diferença entre o melhor e o pior cenário resultante de cada alternativa e computar o chamado "arrependimento máximo" (*Maximum Regret*). A Tabela 3.6 apresenta este valor para cada uma das alternativas da Figura 3.2.

Tabela 3.6: Arrependimento máximo por alternativa

<b>Alternativa</b>	<b>Arrependimento máximo</b>
<b>A</b>	US\$ 120.000,00
<b>B</b>	US\$ 90.000,00
<b>C</b>	US\$ 165.000,00

Uma vez calculado o arrependimento máximo de cada alternativa, o critério de Savage seleciona a alternativa que minimiza este valor e, por isso, é conhecido pelo nome de *Minimax Regret*. No cenário do exemplo apresentado pela Tabela 3.6 e baseado no critério de Savage, o tomador de decisão deve escolher a alternativa *B* como a melhor opção de investimento.

## 3.4 Conclusão

Conforme mencionado anteriormente, tomar decisões de investimento diante de incertezas é uma tarefa muito difícil. Por isso, ter critérios bem definidos e ferramentas que possam ajudar no processo decisório é muito importante para qualquer tipo de empresa, principalmente ao projetar investimentos em áreas de alto risco, como é

comum em casos de projetos de TI.

Ao longo deste capítulo, foram apresentados diversos critérios para auxiliar a comparação das diferentes alternativas de investimento. Apesar disso, nem todos os critérios podem ser aplicados por todas as empresas, variando de acordo com seu perfil.

A escolha do critério mais apropriado a ser utilizado em seu processo decisório é algo muito particular e depende dos objetivos, metas e, principalmente, da política de exposição a riscos adotada pela empresa, que pode ser inovadora e assumir altos riscos ou ser extremamente conservadora e reativa aos movimentos da concorrência.

## 4 O MÉTODO

### 4.1 Introdução

Conforme mencionado no Capítulo 2, o *Incremental Funding Method* possui uma série de limitações que o impede de ser aplicado diretamente em exemplos reais, existentes em grande parte das empresas. Entre estas limitações, estão:

- o fato de olhar para um projeto de cada vez com o objetivo de maximizar seu valor presente líquido – o que nem sempre reflete o objetivo de uma empresa, que possui recursos limitados e diversas opções de investimento, preferindo beneficiar-se da análise de seu portfólio como um todo;
- o fato de ignorar completamente os riscos e incertezas – que são inerentes aos projetos de desenvolvimento de *software* e também aos valores futuros de um fluxo de caixa;
- o fato de não considerar que decisões tomadas diante de incertezas podem ser (e geralmente são) completamente diferentes de decisões tomadas diante de um futuro previamente conhecido; e

- o fato do IFM não considerar possíveis diferenças no perfil de investimento (moderado, conservador ou agressivo) da empresa que está aplicando o método.

Por conta disso, o método proposto neste trabalho, apresentado ao longo deste Capítulo através de um exemplo, estende o IFM para a gerência de portfólio de projetos de tecnologia da informação, endereçando e trabalhando cada uma das limitações citadas anteriormente.

Formalizando o problema a ser tratado, temos que:

- Uma empresa possui um portfólio  $P$  composto por um total de  $n$  projetos:  
 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  ;
- Cada projeto  $p_i$  com  $k$  módulos diferentes entre si:  $p_i = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$  ;
- Cada projeto  $p_i$  com suas restrições, representadas por seu grafo de precedência;
- Cada módulo  $m_j$  com seu próprio fluxo de caixa;
- Existe um coeficiente de correlação  $\rho$  entre os elementos do fluxo de caixa de um módulo  $m_j$  ;
- Existe um coeficiente de correlação  $\rho'$  entre dois módulos  $m_j$  e  $m_k$  de um mesmo projeto  $p_i$  ;
- Existe um coeficiente de correlação  $\rho''$  entre dois projetos  $p_i$  e  $p_n$  dentro do portfólio  $P$  .

Uma vez formalizado o problema, é importante ressaltar que o *Incremental Funding Portfolio Management* ou, simplesmente, IFPM tem como principal objetivo a obtenção do maior valor presente líquido para o portfólio como um todo, respeitando a política de investimento e de exposição a riscos vigente na empresa.

## 4.2 O Incremental Funding Portfolio Management

Como dito anteriormente, o *Incremental Funding Portfolio Management* (IFPM) é um método financeiro para gestão de portfólios e priorização de projetos de TI baseado no *Incremental Funding Method* (IFM) de Mark Denne and Jane Cleland-Huang's (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003, 2004).

Ao estender os conceitos de MMFs e AEs, incorporando riscos inerentes a projetos de TI e incertezas referentes ao custo e retorno dos módulos ao longo do tempo, o IFPM transforma cada um dos elementos dos fluxos de caixa em variáveis aleatórias (KOTZ; DORP, 2004), que são descritas através de distribuições triangulares (HUBBARD, 2007; ABDELLAOUI; HEY, 2008).

Posteriormente, o VPL de cada uma das possíveis alternativas de ordenação dos módulos é representado como a soma dos VPLs dos módulos e, como a soma de  $n$  variáveis aleatórias é uma variável aleatória, elas podem ser representadas por funções de densidade probabilísticas (KOTZ; DORP, 2004; VOSE, 2008). Para comparar estas alternativas, o IFPM combina os conceitos de *Decision Theory* (HOLLOWAY, 1979) e *Principles of Choice* (LANG; MERINO, 1993; WHITE, 2006), certificando-se de que a política de tolerância a riscos da empresa seja considerada no processo decisório.

Organizações interessadas em otimizar a ordem de implementação de seus projetos de TI, buscando o equilíbrio entre os riscos que estão dispostas a enfrentar e o retorno que desejam obter, são capazes de se beneficiar do método IFPM. Para isso, é necessário:

1. *Definir os projetos que devem ser considerados no portfólio* – toda

empresa possui inúmeros projetos que gostaria de tornar realidade, mas quase nunca possui os recursos humanos e financeiros para iniciá-los de forma paralela. Ao definir a sua janela de oportunidade no tempo, a empresa deverá selecionar um subconjunto de seus projetos para fazer parte de seu portfólio e, posteriormente, utilizar o IFPM (*Incremental Funding Portfolio Management*);

2. **Identificar os módulos de software autocontidos** – uma vez identificados os projetos que farão parte do portfólio da empresa, é necessário que cada um deles seja decomposto em módulos de software autocontidos que devem ser, em seguida, classificados em MMFs (*Minimum Marketable Features*) ou AEs (*Architectural Elements*), de acordo com os métodos de Denne e Cleland-Huang (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003, 2004, 2005);
3. **Identificar os módulos que são comuns a mais de um projeto** – uma das maiores vantagens de olhar para o portfólio como um todo, e não para um projeto de cada vez, é a possibilidade de identificar antecipadamente os módulos que são comuns a dois ou mais projetos, reduzindo o *time-to-market* e evitando uma duplicação de custos e de esforço. Desta forma, todos os AEs e MMFs do portfólio devem ser analisados, um a um, e comparados com os outros, com o objetivo de identificar quais deles se repetem em outros projetos (TAVEIRA; ALENCAR; SCHMITZ, 2010);
4. **Definir as relações de precedência entre os módulos** – nem todos os módulos, independente se classificados como AEs ou MMFs, podem ser desenvolvidos em qualquer momento da janela de oportunidade e é muito comum que existam algumas restrições (técnicas e estratégicas) entre eles. Para que estas restrições sejam consideradas pelo IFM e, conseqüentemente, pelo IFPM, elas precisam ser representadas através do grafo de precedência do portfólio (DENNE; CLELAND-HUANG, 2004; TAVEIRA; ALENCAR; SCHMITZ, 2010);

5. *Estimar o fluxo de caixa dos módulos dentro da janela de oportunidade* – conhecendo todos os módulos do portfólio, sabendo quais são classificados como AEs e MMFs e quais são comuns a mais de um projeto, é possível estimar o fluxo de caixa de cada um deles, considerando os riscos relativos ao processo (TAVEIRA; ALENCAR; SCHMITZ, 2010);
  
6. *Definir o critério de decisão mais adequado ao perfil da empresa* – empresas reais possuem diferentes perfis de investimento e podem adotar uma postura conservadora, moderada ou agressiva com relação à seus investimentos e aos riscos que aceitam enfrentar. Com o objetivo de se adequar às diferenças, o IFPM apresenta um “cardápio” de critérios de decisão baseado nos trabalhos de Holloway (HOLLOWAY, 1979), Lang e Merino (LANG; MERINO, 1993) e White (WHITE, 2006). Dessa forma, a empresa deve analisar os critérios e escolher o mais adequado ao seu perfil de investimento;
  
7. *Encontrar a função de densidade cumulativa que representa cada alternativa de investimento* – para encontrar cada uma das possíveis alternativas, respeitando as restrições do grafo de precedência, e obter os dados necessários para representá-las como funções de densidade cumulativa de seu valor presente líquido, é necessário fazer uso de métodos computacionais de simulação como, por exemplo, o método de Monte Carlo, restringindo o número de alternativas que deverão ser comparadas pelo tomador de decisão; e
  
8. *Selecionar a melhor alternativa de acordo com os critérios previamente estabelecidos* – somente depois de conhecer cada uma das possíveis alternativas de investimento e representá-las como funções de densidade cumulativa de seu valor presente líquido, é possível aplicar o critério selecionado no Passo 6 e, assim, concluir qual a melhor alternativa de investimento de acordo com o perfil da empresa.

### 4.3 Aplicação do IFPM em um portfólio real

De acordo com Sêneca (Córdoba, 4a.C. – Roma, 65d.C.), um dos mais célebres filósofos e escritores do Império Romano,

“O caminho do entendimento é longo, já o do exemplo é curto e eficaz”.

Por conta disso, o método proposto neste trabalho é introduzido passo-a-passo nas próximas seções deste capítulo com a ajuda de um exemplo retirado do mundo real<sup>1</sup>.

#### 4.3.1 Contextualização

Considere uma grande empresa de telecomunicação como, por exemplo, AT&T, Verizon, Sprint, Vodafone, Telefónica e muitas outras, que possuem milhões de clientes e diferentes tipos de serviços de voz, dados e internet móvel. No contexto deste exemplo, essa empresa será chamada de Mobile Telecom Corporation ou, simplesmente, MTC.

Os avanços tecnológicos dos últimos anos no mercado de telecomunicações móveis trouxeram mudanças significativas nos serviços providos por operadoras ao redor do mundo. Um telefone celular, que há alguns anos era utilizado apenas para chamadas de voz e troca de mensagens de texto (SMS), hoje possui acesso a serviços e conteúdos que antes só podiam ser acessados através de computadores. Como resultado, a concorrência da MTC vem se movimentando, constantemente, em busca de

---

<sup>1</sup>As informações usadas na obtenção dos resultados apresentados aqui são relacionadas a informações reais obtidas de uma das maiores operadoras de telefonia celular da América Latina. Por representarem dados que refletem o seu portfólio atual de projetos de TI e, como consequência, parte de sua estratégia de negócio, foi solicitado que seu nome não fosse mencionado.

vantagens competitivas que lhes permitam expandir seus respectivos *market-shares* e, até mesmo, superar a MTC.

Além disso, uma quantidade crescente de clientes, conscientes de seu poder de barganha, pressiona por produtos e serviços cada vez melhores e a preços reduzidos. Tudo isso acaba por acelerar ainda mais a necessidade de inovação e diferenciação por parte das operadoras. Como a MTC deseja ocupar a posição de líder do seu segmento de mercado na área de telefonia móvel, ela deve realizar os projetos certos no momento certo, fazendo o melhor uso possível de seus recursos humanos e financeiros.

#### **4.3.2 Definindo os projetos que devem ser considerados no portfólio**

Considerando que, em geral, nenhuma empresa possui os recursos necessários para colocar em prática todos os seus projetos estratégicos ao mesmo tempo, o *Board* de diretores da MTC se convenceu de que precisava aplicar princípios, técnicas e métodos de gerenciamento de portfólio de projetos para conseguir tirar o máximo proveito de seus investimentos em TI.

Porém, devido à escassez de recursos causada pela crise financeira mundial, a MTC foi forçada a reduzir drasticamente o número de empregados e manter apenas uma equipe de desenvolvimento, que deverá concentrar seus esforços no objetivo de maximizar os ganhos obtidos na implementação do portfólio.

A Tabela 4.1 apresenta os projetos que constituem o portfólio da MTC e que devem dar suporte ao seu movimento estratégico contra a concorrência no mercado de telecomunicações.

Tabela 4.1: Portifólio de projetos de TI da MTC

Id	Projeto	Descrição
m-Wlt	M-WALLET	Permite que os clientes façam compras levando apenas seu celular, usando-o como cartão de crédito no pagamento de bens e serviços nas lojas associadas à MTC.
m-Tkt	M-TICKET	Permite que os clientes possam procurar por filmes, peças de teatro e <i>shows</i> , ler sua sinopse e comprar ingressos diretamente de seu telefone celular. Depois da compra, os clientes recebem um SMS contendo um ticket eletrônico para que possam entrar sem enfrentar filas.
M <sup>+</sup>	MESSAGE+	Permite que clientes possam utilizar os serviços de mensagens de texto (SMS) e mensagens multimídia (MMS) com uma experiência de usuário semelhante ao uso de correio eletrônico em um computador conectado à internet. Usuários podem receber, enviar, armazenar, encaminhar, redirecionar e, até mesmo, manter uma lista de contatos sempre sincronizada ao seu celular.
VM	VIDEOMAIL	Torna possível o recebimento, armazenamento e a recuperação de mensagens de vídeo sempre que não puderem atender a uma chamada de vídeo.
VoIP	SERVIÇO DE VoIP	Ferramenta para uso de <i>voice over internet protocol</i> (VoIP) dentro da rede de telefonia móvel entre clientes que possuem este serviço.

### 4.3.3 Identificando os módulos de software autocontidos

Para que a MTC seja capaz de se beneficiar das idéias de Denne e Cleland-Huang sobre *minimum marketable features*, é necessário que os projetos existentes em seu portfólio sejam decompostos em AEs e MMFs. Assim, estes módulos podem ser gerenciados como “mini-projetos” e colocados em produção de forma incremental e “sob demanda”. Ver (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003) e (CHANG et al., 2001) para maiores detalhes sobre como estes módulos de *software* podem ser encontrados.

As Tabelas 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 apresentam os AEs e MMFs identificados pelo escritório de projetos (PMO) da MTC.

Tabela 4.2: AEs e MMFs do projeto M-WALLET

<b>Id</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
m-Wlt <sub>1</sub>	AE	Assinar serviço	Permite que clientes assinem o serviço ou cancelem suas assinaturas no momento em que desejarem
m-Wlt <sub>2</sub>	AE	Análise de crédito	Estima a probabilidade de um determinado cliente pagar uma dívida de acordo com datas e valores pré-definidos
m-Wlt <sub>3</sub>	AE	Pagamento	Permite que um determinado valor seja debitado diretamente na conta do cliente dentro da MTC
m-Wlt <sub>4</sub>	AE	Estorno	Permite que uma quantia seja estornada e que o valor do estorno não seja cobrado da conta do cliente
m-Wlt <sub>5</sub>	MMF	Cadastro de lojas	Permite que as lojas interessadas possam se associar ao programa. Cada uma das lojas associadas paga uma taxa mensal à MTC
m-Wlt <sub>6</sub>	MMF	Compra	Permite que os clientes comprem bens e serviços nas lojas associadas à MTC, paguem com seu celular e solicitem o estorno sempre que necessário

Tabela 4.3: AEs e MMFs do projeto M-TICKET

Id	Tipo	Nome	Descrição
m-Tkt <sub>1</sub>	AE	Assinar serviço	Permite que clientes assinem o serviço ou cancelem suas assinaturas no momento em que desejarem
m-Tkt <sub>2</sub>	AE	Análise de crédito	Estima a probabilidade de um determinado cliente pagar uma dívida de acordo com datas e valores pré-definidos
m-Tkt <sub>3</sub>	MMF	Busca	Permite que os clientes procurem por filmes, peças de teatro e <i>shows</i> baseados em diversos critérios: título, elenco, cidade/bairro, local e gênero
m-Tkt <sub>4</sub>	MMF	Sinopse	Torna possível a leitura da sinopse do evento desejado (filme, peça ou <i>show</i> )
m-Tkt <sub>5</sub>	AE	Localização	Colhe informações sobre a localização atual do cliente (GPS ou triangulação)
m-Tkt <sub>6</sub>	AE	Pagamento	Permite que um determinado valor seja debitado diretamente na conta do cliente dentro da MTC
m-Tkt <sub>7</sub>	AE	Estorno	Permite que uma quantia seja estornada e que o valor do estorno não seja cobrado da conta do cliente
m-Tkt <sub>8</sub>	MMF	Compra de ingresso	Permite que o cliente escolha o assento e compre seu ingresso, evitando qualquer tipo de fila
m-Tkt <sub>9</sub>	MMF	Eventos próximos	Baseado na localização do cliente, apresenta uma lista de eventos próximos a ele

#### 4.3.4 Identificando os módulos que são comuns a mais de um projeto

Um dos principais benefícios de “quebrar” todos os projetos dentro de um portfólio em AEs e MMFs e analisá-los em conjunto é que módulos comuns a dois ou mais projetos podem ser identificados mais facilmente. No IFPM, estes módulos recebem o nome de *common software units* ou, simplesmente, CSU. Ao descobri-los antecipadamente, a empresa se torna capaz de reduzir o *time-to-market* do portfólio e evitar a duplicação de esforço, enquanto fomenta o reuso e, ao mesmo tempo, melhora a qualidade (PRESSMAN, 2009).

Tabela 4.4: AEs e MMFs do projeto MESSAGE+

<b>Id</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
M <sub>1</sub> <sup>+</sup>	AE	Assinar serviço	Permite que clientes assinem o serviço ou cancelem suas assinaturas no momento em que desejarem
M <sub>2</sub> <sup>+</sup>	AE	Análise de crédito	Estima a probabilidade de um determinado cliente pagar uma dívida de acordo com datas e valores pré-definidos
M <sub>3</sub> <sup>+</sup>	AE	<i>Inbox</i>	Guarda todas as mensagens (SMS e MMS) recebidas pelo cliente
M <sub>4</sub> <sup>+</sup>	MMF	Gerenciar <i>inbox</i>	Permite que clientes possam ler, ordenar, buscar e apagar as mensagens recebidas
M <sub>5</sub> <sup>+</sup>	MMF	Responder	Permite que o cliente responda uma das mensagens
M <sub>6</sub> <sup>+</sup>	MMF	Enviar & Encaminhar	Permite o envio de mensagens novas ou existentes a um ou mais contatos (e-mail ou celular)
M <sub>7</sub> <sup>+</sup>	MMF	Regras automáticas	Quando habilitadas, o serviço pode responder e/ou encaminhar automaticamente todas as mensagens recebidas para um celular ou e-mail configurado

Tabela 4.5: AEs e MMFs do projeto VIDEOMAIL

<b>Id</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
VM <sub>1</sub>	AE	Assinar serviço	Permite que clientes assinem o serviço ou cancelem suas assinaturas no momento em que desejarem
VM <sub>2</sub>	AE	Análise de crédito	Estima a probabilidade de um determinado cliente pagar uma dívida de acordo com datas e valores pré-definidos
VM <sub>3</sub>	AE	Gravação	Permite gravar mensagens de vídeo quando uma vídeo-chamada não for atendida
VM <sub>4</sub>	AE	Autenticação	Autentica o cliente, liberando acesso às mensagens armazenadas em seu VIDEOMAIL
VM <sub>5</sub>	MMF	Ouvir mensagem	Permite que o cliente ouça cada uma das mensagens armazenadas em seu VIDEOMAIL
VM <sub>6</sub>	MMF	Gerenciar conta	Permite o gerenciamento das mensagens e das preferências do usuário

Ao analisar o portfólio de projetos estratégicos da MTC e os módulos evidenciados na sessão anterior, o PMO da MTC identificou dois módulos de *software* que são comuns a todos os projetos, que são o “Assinar serviço” (CSU<sub>1</sub>) e o “Análise

Tabela 4.6: AEs e MMFs do projeto VOIP

Id	Tipo	Nome	Descrição
VoIP <sub>1</sub>	AE	Assinar serviço	Permite que clientes assinem o serviço ou cancelem suas assinaturas no momento em que desejarem
VoIP <sub>2</sub>	AE	Análise de crédito	Estima a probabilidade de um determinado cliente pagar uma dívida de acordo com datas e valores pré-definidos
VoIP <sub>3</sub>	AE	Gerenciar <i>buddies</i>	Permite que o cliente possa procurar, adicionar, deletar e bloquear pessoas à lista de contatos do serviço, chamada de <i>buddy list</i>
VoIP <sub>4</sub>	MMF	Chamar <i>buddy</i>	Realizar uma chamada VoIP para um <i>buddy</i> usando a <i>buddy list</i>
VoIP <sub>5</sub>	AE	Associar contato	Associar uma entrada da lista de contatos do celular com uma entrada da <i>buddy list</i>
VoIP <sub>6</sub>	MMF	Chamar contato	Realizar uma chamada VoIP para um contato diretamente da lista de contatos do celular

de crédito” (CSU<sub>2</sub>). Além disso, foram identificados outros dois módulos que são compartilhados apenas pelos projetos M-WALLET e M-TICKET, a saber: os módulos “Pagamento” (CSU<sub>3</sub>) e “Estorno” (CSU<sub>4</sub>).

#### 4.3.5 Definindo as relações de precedência entre os módulos

Assim como no IFM, é muito importante que os módulos e projetos capazes de agregar mais valor ao negócio sejam priorizados em relação aos que não trarão um retorno tão significativo (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003). Porém, apesar de se tratar de módulos de *software* auto-contidos, é muito comum que algumas MMFs e AEs do portfólio só possam ser entregues em produção depois que outros módulos já foram finalizados, criando uma forte relação de dependência entre eles (DENNE; CLELAND-HUANG, 2005).

No momento em que todas estas relações de interdependência e restrições (técnicas

e estratégicas) entre os módulos estão mapeadas, é possível construir o que Denne e Cleland-Huang chamam de grafo de precedência (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003).

A Figura 4.1, em conjunto com as Figuras 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, apresentam os grafos de precedência contendo todos os módulos existentes no portfólio da MTC.

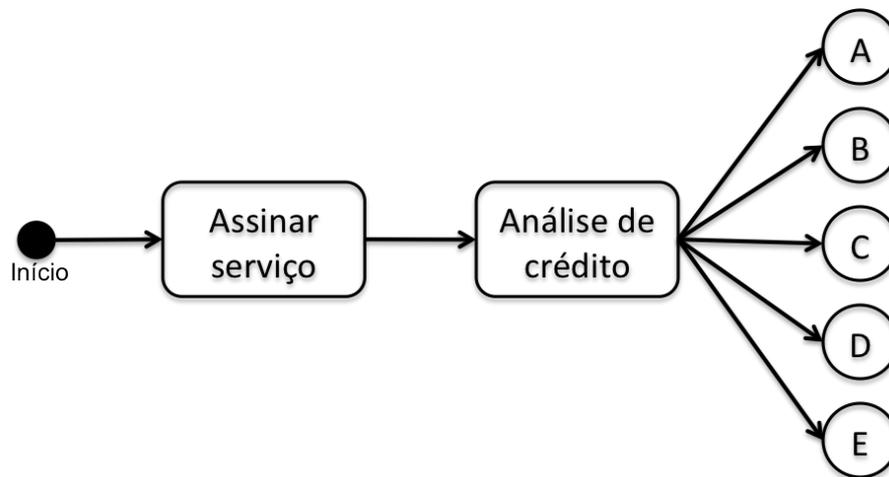


Figura 4.1: Grafo de precedência do portfólio de projetos da MTC

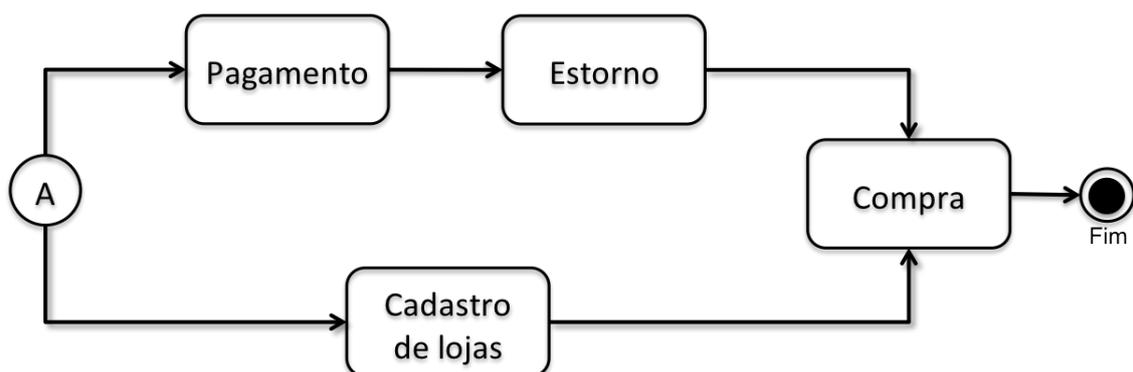


Figura 4.2: Grafo de precedência do projeto M-WALLET

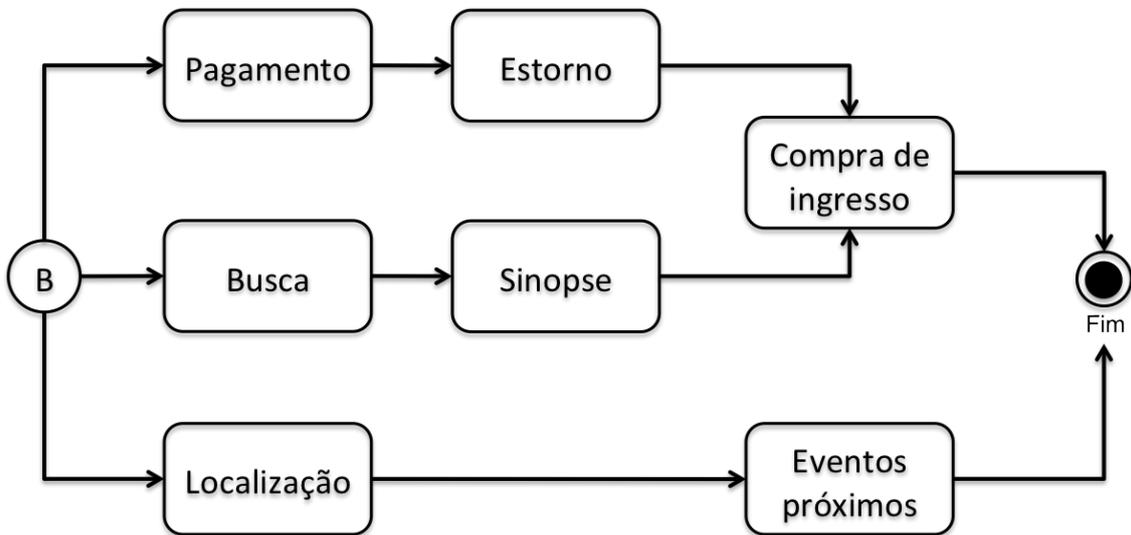


Figura 4.3: Grafo de precedência do projeto M-TICKET

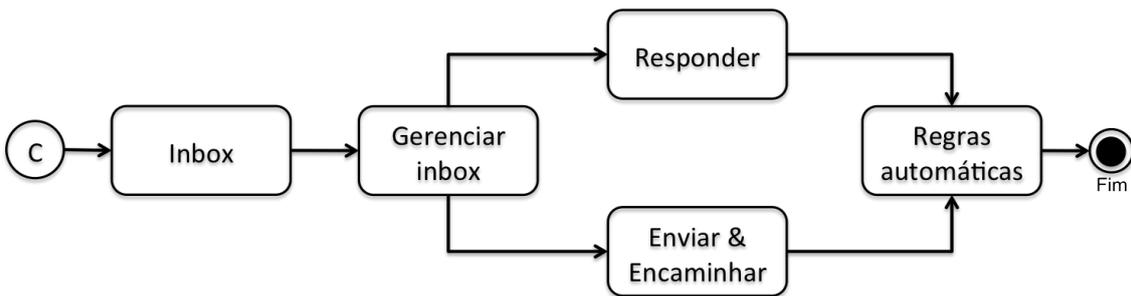


Figura 4.4: Grafo de precedência do projeto MESSAGE+

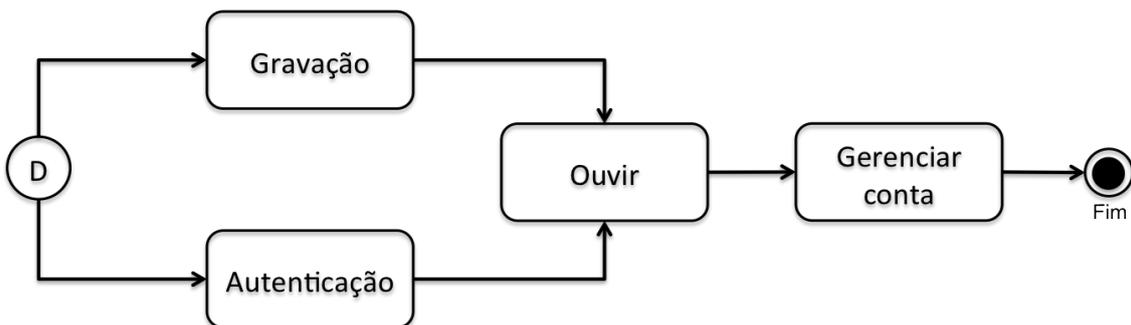


Figura 4.5: Grafo de precedência do projeto VIDEOMAIL

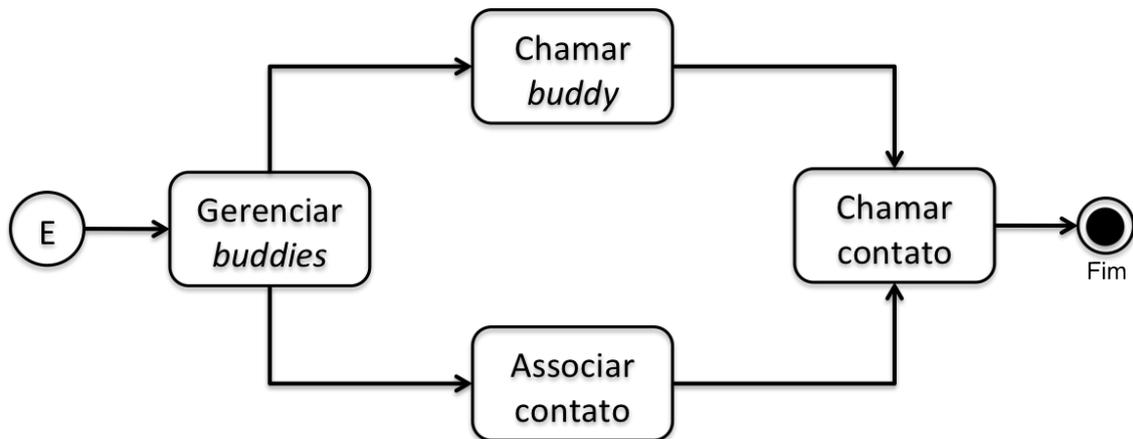


Figura 4.6: Grafo de precedência do projeto VOIP

#### 4.3.6 Estimando o fluxo de caixa dos módulos dentro da janela de oportunidade

Uma vez que todos os AEs e MMFs estejam identificados e organizados, formando o grafo de precedência do portfólio, o custo de desenvolvimento e a receita gerada após entrada de cada um destes módulos em produção precisam ser estimados. Desta forma, é possível determinar o fluxo de caixa de todos os módulos dentro da janela de oportunidade que se abre durante o ciclo de vida dos projetos e, conseqüentemente, do portfólio da MTC. Ver (HUBBARD, 2007) para maiores detalhes sobre como os custos e lucros de projetos de TI devem ser calculados.

Com o objetivo de não ignorar os riscos que são inerentes a projetos de TI, a MTC deve considerar o cenário mais pessimista (*Min*), o mais provável (*MP*) e o mais otimista (*Max*) para cada um dos elementos do fluxo de caixa (HUBBARD, 2007; ABDELLAOUI; HEY, 2008). Desta forma, estes elementos passam a ser representados por uma distribuição triangular, ao invés de um valor fixo. A Tabela 4.7 apresenta estes valores.

Tabela 4.7: Fluxo de caixa dos AEs e MMFs identificados (US\$ 1.000)

Módulo	Período				
	1 (Min,MP,Max)	2 (Min,MP,Max)	3 (Min,MP,Max)	...	30 (Min,ML,Max)
CSU <sub>1</sub>	(-35,-24,-20)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
CSU <sub>2</sub>	(-80,-75,-60)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
CSU <sub>3</sub>	(-50,-35,-30)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
CSU <sub>4</sub>	(-18,-12,-10)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	...	(0, 0, 0)
m-Wlt <sub>5</sub>	(-9,-6,-5)	(1, 2, 5)	(3, 5, 8)	...	(28, 30, 35)
m-Wlt <sub>6</sub>	(-15,-12,-10)	(22,25,30)	(25, 28, 33)	...	(70, 85, 90)
m-Tkt <sub>3</sub>	(-34,-29,-25)	(15, 17, 25)	(17, 20, 25)	...	(45, 58, 60)
⋮	⋮	⋮	...	...	⋮
VoIP <sub>6</sub>	(-20,-16,-10)	(10, 13, 20)	(12, 17, 25)	...	(0, 0, 0)

#### 4.3.7 Definindo o critério de decisão mais adequado ao perfil da empresa

Conforme apresentado no Capítulo 3, a escolha do critério mais apropriado a ser utilizado no processo decisório de uma empresa é algo muito particular e depende de seus objetivos, metas e, principalmente, de sua política de exposição a riscos, que pode ser agressiva e inovadora - visando altos lucros e assumindo altos riscos em seus investimentos - ou ser extremamente conservadora e reativa aos movimentos da concorrência.

No caso específico da MTC, a operadora está muito bem posicionada com relação às concorrentes e lidera quase todos os *rankings* divulgados pelo órgão regulamentador do governo (número de clientes, *market share*, receita bruta, receita líquida, etc), com exceção do *ranking* de receita média por cliente (*Average Revenue Per User*, ARPU). Para passar a ser a operadora com maior ARPU da América Latina e consolidar sua posição como líder no mercado de telecomunicações, o *Board* de diretores concluiu que a MTC precisa obter de seu portfólio um valor presente líquido (VPL) de, pelo menos, US\$ 4.000.000,00.

Analisando as características de cada um dos critérios de avaliação das alternativas diante de incertezas apresentado pelo IFPM, a MTC optou por maximizar a probabilidade de obter um lucro maior ou igual a US\$ 4.000.000,00 e, conseqüentemente, concluiu que o critério mais adequado para o seu perfil seria o *Aspiration Level*.

### 4.3.8 Encontrando a função de densidade cumulativa que representa cada alternativa de investimento

#### 4.3.8.1 Restringindo o número de alternativas

Considerando que o valor dos investimentos e ativos dentro de um portfólio são altamente correlacionados (MARKOWITZ, 1952), é possível concluir que os elementos dos fluxos de caixa dos AEs e MMFs também estão altamente correlacionados e que esta correlação existe tanto entre os elementos do mesmo fluxo de caixa quanto entre fluxos de caixa de diferentes módulos.

Por não se tratar de um somatório de variáveis aleatórias independentes, o VPL do portfólio como um todo não pode ser aproximado usando o Teorema do Limite Central (TLC) de Laplace. Porém, boas aproximações computacionais podem ser obtidas utilizando procedimentos de amostragem e simulação como, por exemplo, o método de Monte Carlo (ROBERT; CASELLA, 2005).

Usando uma ferramenta de simulação que implementa o método de Monte Carlo, o PMO da MTC optou por amostrar valores para cada elemento dos fluxos de caixa baseados em suas distribuições triangulares e usar estes valores, em conjunto com o algoritmo de *branch and bound*, para obter a ordem de priorização dos módulos capaz de maximizar o VPL. Ver (ALENCAR; SCHMITZ; ABREU, 2008b) para maiores detalhes sobre o algoritmo de *branch and bound* e como ele pode ser utilizado para

encontrar a sequência ótima em projetos de TI.

Após a geração de 10.000 cenários, o PMO obteve um total de dez sequências diferentes que foram apontadas como ótimas em um ou mais destes cenários, reduzindo substancialmente o número de opções a serem analisadas. Estas sequências são apresentadas na Tabela 4.8.

Tabela 4.8: Sequências selecionadas como ótimas nos cenários da simulação

<b>Id</b>	<b>Sequências</b>
<i>Seq<sub>1</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>2</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>3</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VM <sub>6</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>4</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>5</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>6</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>7</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>8</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup>
<i>Seq<sub>9</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , VM <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub>
<i>Seq<sub>10</sub></i>	CSU <sub>1</sub> , CSU <sub>2</sub> , m-Tkt <sub>3</sub> , m-Tkt <sub>4</sub> , CSU <sub>3</sub> , CSU <sub>4</sub> , m-Tkt <sub>8</sub> , m-Tkt <sub>5</sub> , m-Tkt <sub>9</sub> , VoIP <sub>3</sub> , VoIP <sub>4</sub> , VoIP <sub>5</sub> , VoIP <sub>6</sub> , m-Wlt <sub>5</sub> , m-Wlt <sub>6</sub> , M <sub>3</sub> <sup>+</sup> , M <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M <sub>5</sub> <sup>+</sup> , M <sub>6</sub> <sup>+</sup> , M <sub>7</sub> <sup>+</sup> , VM <sub>3</sub> , VM <sub>4</sub> , VM <sub>5</sub> , VM <sub>6</sub>

#### 4.3.8.2 Realizando a reamostragem das alternativas restantes

Como o número de seqüências selecionadas na sessão 4.3.8.1 foi bem reduzido e algumas delas não tiveram dados suficientes para gerar a função de densidade cumulativa (CDF, cumulative density function) de seu VPL, se faz necessário que todas passem por um processo de reamostragem, gerando outros 10.000 cenários.

Os dados coletados nestes novos cenários são usados para a geração da CDF do VPL de cada uma das seqüências selecionadas e atingir a margem de erro desejada, dentro de um intervalo de confiança pré-definido. A Figura 4.7 apresenta estes resultados.

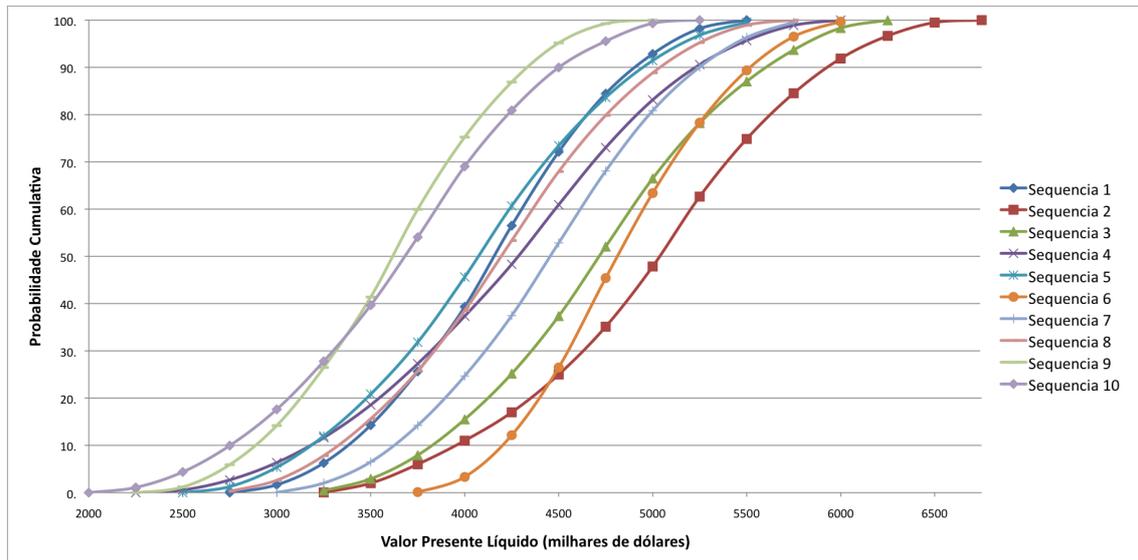


Figura 4.7: CDF do VPL para cada uma das seqüências selecionadas

#### 4.3.9 Selecionando a melhor alternativa de acordo com os critérios previamente estabelecidos

Posteriormente, o PMO é capaz de comparar os resultados da simulação obtidos na sessão 4.3.8.2 para decidir qual a melhor opção de investimento e como os módulos

devem ser priorizados.

Com o objetivo de se tornar a operadora com a maior receita média por cliente (ARPU) da América Latina e, conseqüentemente, melhorar ainda mais sua posição como líder no mercado de telecomunicações, a ordem do *Board* de diretores é que a MTC consiga chegar a um VPL de, pelo menos, US\$ 4.000.000,00 para seu portfólio. Com este objetivo em mente, o PMO decidiu fazer o possível para maximizar as chances de alcançar a meta estabelecida.

No primeiro passo, usando o critério de dominância probabilística, foi possível restringir ainda mais o número de seqüências a serem comparadas. Neste passo, foram eliminadas as seqüências 1, 4, 5, 7, 8, 9 e 10, que são superadas e probabilisticamente dominadas pelas seqüências 2, 3 e 6.

Fazendo uso do método *Aspiration Level* para comparar as três alternativas restantes, o PMO notou que as seqüências 2, 3 e 6 possuem, respectivamente, 89%, 84% e 97% de probabilidade de alcançar um VPL igual ou maior ao que foi estabelecido como meta pelo *Board*. Dessa forma, foi definido que a *Seq<sub>6</sub>* seria a melhor alternativa de priorização dos módulos existentes no portfólio da MTC.

É importante ressaltar que a *Seq<sub>2</sub>*, que apresenta o melhor resultado quando considerado somente o valor da média, é superada pela *Seq<sub>6</sub>* quando considerados os riscos e incertezas inerentes aos projetos em questão e a meta de lucro fixada pelo *Board* de diretores.

Estes resultados foram apresentados pelo PMO ao *Board* de diretores, que apoiou a decisão tomada e decidiu que a estratégia de priorização proposta deveria ser adotada pela empresa.

## 4.4 Resultado

Com o objetivo de demonstrar o impacto positivo da adoção do IFPM no gerenciamento do portfólio de projetos de uma empresa, os dados de custo e retorno de todos os projetos apresentados na Sessão 4.3 foram utilizados para simular os resultados da abordagem adotada anteriormente pela MTC e que é, usualmente, implementada por um percentual considerável das empresas no mercado (BRETANI, 2004).

No método, que foi nomeado como Tradicional, cada um dos projetos é tratado e analisado separadamente e, em muitos casos, por equipes diferentes. Também foi considerado como premissa que todo o projeto deve ser desenvolvido para que o mesmo possa entrar em produção e ser oferecido aos clientes, desconsiderando completamente os conceitos de *architectural elements* e *minimum marketable features* utilizados amplamente no IFPM.

Além da comparação com o método tradicionalmente usado pela MTC, com o objetivo de comparar o IFPM com o “estado da arte” - em particular, com o método no qual o IFPM foi inspirado - também são apresentados neste trabalho dois cenários distintos onde o *Incremental Funding Method* (IFM) é aplicado ao portfólio apresentado ao longo deste capítulo.

No primeiro cenário, o IFM é usado exatamente como proposto por Mark Denne e Jane Cleland-Huang, onde os projetos são tratados de forma totalmente isolada e, portanto, não é possível fazer uso do conceito de módulos de *software* comuns. Já no segundo cenário, este conceito é utilizado e nenhum dos módulos é desenvolvido mais de uma vez, sendo reutilizados em outros projetos sempre que possível.

Uma importante observação é que, em todos os casos, a mesma restrição quanto ao número de equipes de desenvolvimento existente foi considerada e, assim como no

exemplo anterior, não é possível trabalhar no desenvolvimento de 2 projetos distintos de forma paralela.

Fazendo uso destas premissas e das mesmas ferramentas de simulação, foram gerados 10.000 novos cenários para o método Tradicional e para o IFM. Os resultados obtidos nesta simulação foram comparados aos resultados obtidos com o uso do IFPM e foram bastante conclusivos, realçando ainda mais as vantagens do uso do método proposto neste trabalho.

Uma vez que cada um dos resultados destes 10.000 cenários tem a mesma probabilidade de ocorrer, é possível fazer uso do princípio de Laplace (*Equal Likelihood*) para comparar os cenários obtidos após as simulações, utilizando as médias de algumas variáveis de interesse como, por exemplo: o valor total do investimento realizado, o valor presente líquido do portfólio, o período de investimento e o *payback-time*.

Ao longo desta sessão, os resultados e os dados oriundos destas comparações são apresentados.

#### **4.4.1 Investimento inicial e valor presente líquido**

Ao fazer uso do *Incremental Funding Portfolio Management*, decompondo todos os projetos de seu portfólio em módulos auto-contidos e entregando-os “sob demanda” para que possam gerar receita o quanto antes, a MTC conseguiu reduzir em, aproximadamente, 43% o investimento necessário para implementar seu portfólio quando comparado ao método Tradicional, alcançando ainda uma estimativa de crescimento superior a 96% no seu valor presente líquido, como mostram os dados da Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e método Tradicional

Método	Total do investimento	VPL doPortifólio
<b>IFPM</b>	US\$ 152.696,00	US\$ 5.134.290,00
<b>Tradicional</b>	US\$ 268.032,00	US\$ 2.618.641,00
<b>Diferença (US\$)</b>	- US\$ 115.336,00	+ US\$ 2.515.665,00
<b>Diferença (%)</b>	- 43,03%	+ 96,07%

Ao comparar o IFPM com o IFM, é possível perceber que o fato de ambos os métodos utilizarem os conceitos de *architectural elements* e *minimum marketable features* faz com que, nos dois casos, seja possível antecipar a receita gerada por seus projetos, viabilizando um menor investimento inicial. Ainda assim, o fato de tratar cada um dos projetos de forma isolada não permite que o IFM trate todo o portfólio da MTC de forma tão eficiente quanto o IFPM que, entre outras coisas, introduz o conceito de módulos de *software* comuns, que podem ser implementados apenas uma vez e reutilizados em mais de um projeto.

Com isso, a diferença entre os dois métodos com relação ao investimento inicial é pequena, ficando em apenas 3,17%. Porém, por evitar a duplicação de tempo, dinheiro e esforço e por incentivar a reutilização de módulos comuns, o valor presente líquido do portfólio da MTC usando o IFPM chega a ser 62,27% maior, em média, do que o valor presente líquido do mesmo portfólio, usando o IFM. Como mostram os valores da Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e IFM

Método	Total do investimento	VPL doPortifólio
<b>IFPM</b>	US\$ 152.696,00	US\$ 5.134.290,00
<b>IFM</b>	US\$ 157.688,00	US\$ 3.164.783,00
<b>Diferença (US\$)</b>	- US\$ 4.992,00	+ US\$ 1.970.582,00
<b>Diferença (%)</b>	- 3,17%	+ 62,27%

Ainda que o IFM se beneficie do conceito de módulos comuns e que o reuso destes módulos seja possível em ambos os casos, o IFM não é capaz de priorizar os projetos e, uma vez iniciado, cada um dos projetos deve ser finalizado com o maior valor

presente líquido possível. Em contra partida, por se tratar de um método a ser usado em portfólios, sempre que existir uma alternativa mais interessante para o negócio, um projeto é parado e é dada prioridade para outro projeto dentro do portfólio da empresa. Essa característica permitiu que, mesmo reutilizando os módulos sempre que possível, o valor presente líquido do portfólio como um todo fosse 6,12% maior ao usar o IFPM, no lugar do IFM. Como é possível observar na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Investimento inicial e valor presente líquido no IFPM e IFM\*

Método	Total do investimento	VPL do Portifólio
IFPM	US\$ 152.696,00	US\$ 5.134.290,00
IFM*	US\$ 152.696,00	US\$ 4.838.979,00
Diferença (US\$)	US\$ 0,00	+ US\$ 296.386,00
Diferença (%)	0,00%	+ 6,12%

Além dos resultados apresentados, o fato do IFM não considerar os riscos e incertezas inerentes aos projetos de desenvolvimento e a política de exposição a riscos das empresas já são o suficiente para que ele não seja utilizado na prática. Afinal, uma empresa mais conservadora, muito provavelmente, dará prioridade a correr menores riscos em detrimento ao objetivo de maximizar o valor presente líquido de cada um dos projetos, característica principal do método de Denne e Cleland-Huang.

#### 4.4.2 Período de investimento e payback-time

Outro comparativo muito importante feito entre a utilização do *Incremental Funding Portfolio Management* e os demais métodos foi quanto ao tempo de investimento necessário, ou seja, a quantidade de períodos (meses) em que se faz necessário novos aportes financeiros, desde o início da implementação do portfólio até que os ganhos de receita dos módulos e projetos já colocados em produção sejam suficientes para financiar a implementação dos demais módulos.

Enquanto o IFPM e o IFM, colocando os módulos em produção o quanto antes, permitiram que os projetos existentes no portfólio precisassem de apenas 5 meses de investimentos por parte da MTC, o método tradicional precisou de um período de investimento mais de duas vezes maior, totalizando 11 meses de investimentos ininterruptos, como mostra a Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Comparativo do período de investimento e *payback-time*

<b>Método</b>	<b>Período de Invest.</b>	<b>Payback-time</b>
<b>IFPM</b>	5 Meses	10 Meses
<b>Tradicional</b>	11 Meses	16 Meses
<b>IFM</b>	5 Meses	12 Meses
<b>IFM*</b>	5 Meses	10 Meses

Conseqüentemente, com a redução do valor do investimento inicial e do período de investimento necessário, a utilização do IFPM também acarretou em ganhos expressivos na redução do *payback-time* e do tempo até alcançar o ponto de *breakeven*. A Tabela 4.12 apresenta, também, os dados desta comparação e mostra que, com a utilização do IFPM, é possível reduzir o *payback-time* de 16 para 10 meses.

#### 4.4.3 Aderência ao Planejamento

Além dos benefícios já apresentados nesta seção, também é importante notar os dados apresentados pela Tabela 4.13. Ao utilizar o método Tradicional, a janela de oportunidade apresentada para o portfólio da MTC não seria suficiente para colocar todos os projetos em execução. Isso acontece porque, ao serem analisados separadamente, não é possível identificar os módulos que são comuns a mais de um projeto, gerando retrabalho e custos adicionais para a empresa, além de comprometer o time-to-market do portfólio.

O mesmo problema acontece com o primeiro cenário em que o IFM foi utilizado. Porém, ao reutilizar os módulos que são comuns no segundo cenário, a janela de

oportunidade no tempo volta a ser suficiente para a implementação de todos os projetos do portfólio, assim como acontece com a utilização do IFPM.

Tabela 4.13: Comparativo do número de projetos implementados

<b>Método</b>	<b>Nº de Projetos implementados</b>
<b>IFPM</b>	5 Projetos
<b>Tradicional</b>	4 Projetos
<b>IFM</b>	4 Projetos
<b>IFM*</b>	5 Projetos

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Introdução

Ao longo deste trabalho, foi apresentado um método capaz de prover uma forma compreensiva de analisar alternativas de investimento a serem realizados por empresas em seus projetos de TI. Este método é capaz de balancear os retornos esperados com o risco de implementação, que é inerente a este tipo de projeto, e auxiliar na priorização dos mesmos dentro da janela de oportunidade do portfólio, permitindo maximizar o seu valor presente líquido.

O restante deste capítulo apresenta algumas das principais questões referentes ao uso e às consequências do método proposto, suas limitações e alguns trabalhos futuros.

## 5.2 Discussão

### 5.2.1 Por que as estimativas sobre MMFs e AEs foram estendidas?

Como foi apresentado por Denne e Cleland-Huang no IFM (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003), cada um dos elementos do fluxo de caixa de MMFs e AEs deve ser estimado em conjunto pela equipe de desenvolvimento e pela área de negócio, usando informações sobre o custo de desenvolvimento do módulo e a expectativa de receita gerada após sua entrada em produção.

Sabe-se que projetos de TI no mundo real são, comprovadamente, investimentos de alto risco e de alto índice de insucesso (WHITTAKER, 1999; BIEHL, 2007; WESTERMAN; HUNTER, 2007). Quando o método *Incremental Funding Portfolio Management* estende a idéia de estimativa apresentada por Denne e Cleland-Huang, ele automaticamente inclui esta incerteza no processo decisório – considerando sempre o pior caso (*Min*), o melhor (*Max*) e o cenário mais provável (*ML*) para estimar o fluxo de caixa dos módulos (HUBBARD, 2007; ABDELLAOUI; HEY, 2008).

Ao incorporar as incertezas e riscos, o método proposto transforma cada um dos elementos do fluxo de caixa em variáveis aleatórias (KOTZ; DORP, 2004), que são representadas por distribuições triangulares e usadas posteriormente para balancear entre os riscos e benefícios de um determinado módulo de *software* (HUBBARD, 2007; SCHNIEDERJANS; HAMAKER; SCHNIEDERJANS, 2004).

### 5.2.2 Como definir o melhor critério de escolha a ser utilizado?

No momento da escolha da melhor alternativa de investimento, existem alguns cenários possíveis de serem apresentados ao tomador de decisão. Dependendo do perfil da empresa que implementa o método e sua tolerância a riscos, um diferente critério deve ser utilizado no processo decisório. Estes critérios e as correspondentes situações em que devem ser aplicados são apresentadas abaixo:

1. *Dominância Probabilística* – representa a melhor opção de investimento e, por isso, é uma excelente razão para se optar por uma alternativa em detrimento de outras, independente da política de exposição a riscos vigente na empresa. Desta forma, sempre que um sequência dominar probabilisticamente as demais, ela deve ser escolhida como diretriz para a priorização dos módulos de *software* dentro do portfólio, tanto em empresas inovadoras e tomadoras de risco quanto nas empresas mais conservadoras.
2. *Maximin* – comparando o pior cenário de cada uma das alternativas de investimento, este é um critério pessimista e deve ser utilizado apenas por empresas extremamente conservadoras, que estão pré-dispostas a escolher alternativas que acarretem o menor impacto em caso de insucesso.
3. *Maximax* – considerando apenas o melhor resultado possível para cada uma das alternativas, este critério deve ser considerado apenas por empresas que buscam tirar o máximo de lucro de seus investimentos e que não se incomodam de ficar expostas a grandes riscos em busca deste objetivo.
4. *Laplace (Equal Likelihood)* – sempre que todos os possíveis resultados de cada alternativa têm a mesma probabilidade de ocorrer, a comparação das opções de investimento através de suas médias é uma abordagem bastante razoável para empresas que têm uma política moderada quanto à exposição à riscos,

isto é, que não se caracterizam como empresas extremamente conservadoras e nem agressivas. Nestes casos, este critério deve ser considerado.

5. *Hurwicz* – este critério busca um equilíbrio entre critérios que são extremamente pessimistas ou otimistas. Por ser um critério que faz uso de um fator chamado índice de otimismo ( $\alpha$ ) em sua fórmula, pode ser utilizado por qualquer tipo de empresa, desde as mais conservadoras até as mais agressivas, desde que encontrem um valor para este fator que corresponda às suas expectativas.
6. *Savage (Minimax Regret)* – considerado um critério de escolha avesso a risco, tem como principal objetivo minimizar as incertezas que uma empresa pode enfrentar, optando pela alternativa de investimento que possui a menor variância. Este critério é utilizado por tomadores de decisão conservadores, que consideram como arrependimento (*regret*) a diferença entre o melhor e o pior cenário entre os resultados possíveis.
7. *Aspiration Level* – circunstâncias em que uma empresa define um resultado desejado para seus investimentos são muito comuns e, para ela, é extremamente importante que estes resultados sejam alcançados. O principal objetivo deste critério é maximizar a probabilidade de uma empresa obter um resultado igual ou melhor ao desejado, fazendo com que ele seja muito utilizado em situações onde existem metas previamente definidas.

### 5.2.3 Quais os benefícios do uso do IFPM pelas empresas?

Como investimentos em tecnologia da informação são arriscados e incertos (WHITTAKER, 1999; BIEHL, 2007; WESTERMAN; HUNTER, 2007) e, ao mesmo tempo, vem se tornando a parte dominante dos gastos de empresas dentro dos mais variados segmentos de mercado (MANDEL, 1997; CHEN et al., 2007), o uso de métodos e ferramentas para gerenciar os investimentos a serem realizados – alocando os

recursos de forma eficiente e priorizando os projetos corretos dentro do portfólio – é obrigatório.

Decompondo cada um dos projetos em módulos de *software* auto-contidos, que são gerenciados como “mini-projetos” e entregues “sob demanda”, analisando o risco e retorno de cada um e proporcionando informações sobre as possíveis opções de sequenciamento, o método proposto revela o poder de combinar dentro de um mesmo processo o *Incremental Funding Method* (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003), a Teoria das Decisões (*Decision Theory*) (HOLLOWAY, 1979) e os Princípios de Escolha (*Principles of Choice*) (LANG; MERINO, 1993; WHITE, 2006) para maximizar a eficiência dos investimentos a serem feitos em portfólios de projetos de TI. Os benefícios desta abordagem para o gerenciamento de portfólios de projetos são diversos, entre eles:

- Permite que portfólios compostos por projetos grandes e complexos sejam gerenciados com um investimento inicial consideravelmente menor;
- Identifica rapidamente módulos que são comuns a diferentes projetos, reduzindo esforços desnecessários e melhorando a qualidade do produto final;
- Aproxima, na prática, o mundo das finanças e o do desenvolvimento de *software*;
- Faz uso de métricas financeiras no gerenciamento de portfólios de projetos;
- Identifica, no início do ciclo de vida do portfólio, os riscos e as alternativas de investimento;
- Ajuda a identificar a alternativa de investimento mais adequada para a empresa e, também, no processo de tomada de decisão diante de incertezas;
- Maximiza a eficiência dos investimentos em portfólios de projetos de TI;

- Atende as demandas por menores períodos de investimento e *payback-time* mais curtos, provenientes da área de negócio;
- Permite um menor *time-to-market* do portfólio; e
- Posiciona a gerência de portfólio de projetos de TI como um processo de criação de valor onde a análise do negócio é fundamental para o sucesso.

### 5.3 Limitações e trabalhos futuros

Ao comparar o método proposto neste trabalho com outros métodos de gerência de portfólio de projetos (BRETANI, 2004), podemos perceber grandes vantagens, que foram expostas ao longo deste capítulo. Porém, ainda existem muitos pontos que podem ser trabalhados e melhorados para que seja realmente possível implementá-lo no dia-a-dia de uma empresa.

Sobre suas limitações, é apontado que o método é bastante complexo e suas idéias não são facilmente implementadas por uma empresa. Além disso, em alguns casos do mundo competitivo, pode existir um projeto dentro do portfólio que, por algum motivo estratégico, contratual ou regulamentar, não pode ser adiado e deve ser priorizado mesmo não sendo o melhor investimento financeiro para a empresa. Um exemplo típico destes projetos são aqueles que a legislação vigente obriga as empresas a realizarem, em um prazo pré-determinado, para prover informações para o governo ou para agências reguladoras do mercado. Alterações no *Incremental Funding Portfolio Management* seriam necessárias para que ele pudesse gerenciar situações deste tipo.

Em adição, o IFPM não oferece nenhuma proposta para tratar MMF que ofereçam benefícios intangíveis significativos. Uma forma sistemática de atacar este problema

certamente aumentaria a capacidade do método de lidar com situações do mundo real.

Como trabalhos futuros, um dos primeiros pontos a serem apresentados como alvo de melhorias é o processo de identificação dos módulos de *software* existentes no portfólio e sua posterior classificação em *minimum marketable features* ou *architectural elements*. Denne e Cleland-Huang, idealizadores do *Incremental Funding Method* (DENNE; CLELAND-HUANG, 2003, 2004, 2005), assim como outros autores que fazem uso dos conceitos do IFM, não apresentam métodos claros e objetivos para encontrar estes módulos e, por isso, este tema já é objeto de estudo do autor deste trabalho para que possa ser incorporado ao IFPM.

Outro tema muito importante a ser aprimorado no processo é a necessidade de uma realimentação dos dados reais de custo e receita gerados pelos módulos, conforme são desenvolvidos e disponibilizados, tornando o processo iterativo. Com o dinamismo e as constantes mudanças que acontecem na área de tecnologia da informação (TALLON, 2007; LEE et al., 2008), é imprescindível que as informações projetadas sejam, constantemente, comparadas com as efetivamente obtidas e atualizadas, sempre que necessário. Dessa forma, o IFPM será capaz de responder com agilidade e velocidade a qualquer mudança no mercado, fazendo com que novos investimentos sejam sempre o mais eficiente possível.

Por fim, vale notar que para se tornar um método possível de ser usado no dia-a-dia das empresas, o suporte de uma ferramenta computacional capaz de guiar os tomadores de decisão por todas as fases do IFPM é obrigatório.

## 5.4 Conclusão

Até onde se conhece, este trabalho é o primeiro a criar um método de gestão de portfólio de projetos baseado no *Incremental Funding Method* (IFM) em ambiente de incerteza.

O *Incremental Funding Portfolio Management* (IFPM), apresentado ao longo deste trabalho, estende o IFM e decompõe os projetos em módulos de *software* auto-contidos, incorporando a incerteza inerente a estes projetos em suas estimativas de fluxo de caixa, e considera o portfólio como um todo ao invés de tomar decisões de investimento de forma isolada. Além disso, o método faz uso dos conceitos de Teoria das Decisões (*Decision Theory*) e de Princípios de Escolha (*Principles of Choice*), combinando-os na análise dos riscos e benefícios de cada módulo e, posteriormente, no processo de priorização, definindo a melhor alternativa de investimento e considerando a tolerância a risco da empresa.

O IFPM fornece informações cruciais sobre o valor que portfólios de projetos de TI podem agregar ao negócio, facilitando o processo de tomada de decisão sobre os investimentos a serem feitos pela empresa e considerando a sua abordagem com relação ao negócio (conservadora, moderada ou agressiva). Além disso, ele também fornece uma técnica para assegurar que as decisões de investimento de uma empresa são sempre o mais eficiente possível, permitindo que portfólios compostos de projetos grandes e complexos sejam gerenciados com um investimento inicial relativamente menor, demandando por períodos de investimento mais curtos, além de proporcionar menores *payback-time* e *time-to-market* do portfólio.

## REFERÊNCIAS

ABDELLAOUI, M.; HEY, J. D. **Advances in Decision Making Under Risk and Uncertainty**. New York, NY, USA: Springer, 2008.

ALENCAR, A. J. S. M. de; SCHMITZ, E. A.; ABREU, Ê. P. de. Um Método Branch & Bound para Maximizar o Valor de Projetos de Software para o Negócio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 2008, Rio de Janeiro, BR. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. v.IV, p.20–31.

ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A.; ABREU, E. P. de. Maximizing the business value of software projects: a branch & bound approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 10., 2008, Barcelona, Spain. **Anais...** Institute for Systems and Technologies of Information: Control and Communication, 2008. v.ISAS-2, p.162–169.

BACCARINI, D.; SALM, G.; LOVE, P. E. Management of risks in information technology projects. **Information & Management**, [S.l.], v.104, n.4, p.286–295, 2004.

BARBOSA, B. P.; SCHMITZ, E. A.; ALENCAR, A. J. The case for managerial flexibility in MMF-based software development projects. In: WORKSHOP ON BUSINESS-DRIVEN IT MANAGEMENT, 2008. BDIM 2008. 3RD IEEE/IFIP INTERNATIONAL, 2008, Salvador, Bahia, Brazil. **Anais...** IEEE, 2008. p.114–115.

BECK, K. **Extreme Programming Explained: embrace change**. [S.l.]: Addison-Wesley, 1999.

BIEHL, M. Success factors for implementing global information systems. **Commun. ACM**, [S.l.], v.50, n.1, p.52–58, January 2007.

BINGI, P.; SHARMA, M. K.; GODLA, J. K. Critical issues affecting an ERP implementation. **Information System Management**, [S.l.], v.16, n.3, p.7–14, March 1999.

BRETANI, C. **Portfolio Management in Practice (Essential Capital Markets)**. [S.l.]: Butterworth-Heinemann, 2004.

BYRD, T. A.; LEWIS, B. R.; BRYAN, R. W. The leveraging influence of strategic alignment on IT investment: an empirical examination. **Information & Management**, [S.l.], v.43, n.3, p.308–321, April 2006.

CHANG, C. K.; CLELAND-HAUNG, J.; HUA, S.; KUNTZMANN-COMBELLES, A. Function-Class Decomposition: a hybrid software engineering method. **Computer**, Los Alamitos, CA, USA, v.34, p.87–93, 2001.

CHEN, I. L. Planning for ERP systems: analysis and future trend. **Business Process Management Journal**, [S.l.], v.7, n.5, p.374–386, 2001.

CHEN, T.; ZHANG, J.; HUANG, W. W.; ZENG, Y. Evaluating information technology investment under multiple sources of risks. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS COMMUNICATIONS, NETWORKING AND MOBILE COMPUTING, 2007, White Plains, NY, USA. **Anais. . . IEEE Press**, 2007. p.6111–6114.

DENNE, M.; CLELAND-HUANG, J. **Software by Numbers: low-risk, high-return development**. [S.l.]: Prentice Hall, 2003.

DENNE, M.; CLELAND-HUANG, J. The Incremental Funding Method: data-driven software development. **IEEE Software**, [S.l.], v.21, n.3, p.39–47, May–June 2004.

DENNE, M.; CLELAND-HUANG, J. Financially Informed Requirements Prioritization. In: SOFTWARE ENGINEERING, 27., 2005, St Louis, Missouri, USA. **Proceedings...** ACM New York: NY: USA, 2005. p.710–711.

GRAVES, S. B.; RINGUEST, J. L. Probabilistic dominance criteria for comparing uncertain alternatives: a tutorial. **Omega**, [S.l.], v.37, n.2, p.346–357, April 2009.

HOLLOWAY, C. A. **Decision Making Under Uncertainty**: models and choices. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1979.

HUBBARD, D. W. **How to Measure Anything**: finding the value of "intangibles" in business. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2007.

JEFFERY, M.; LELIVELD, I. Best Practices in IT Portfolio Management. **MIT Sloan Management Review**, [S.l.], v.45, n.3, p.41–49, 2004.

KARATSUBA, A.; OFMAN, Y. Multiplication of Multidigit Numbers on Automata. **Soviet Physics Doklady**, [S.l.], v.7, p.595–+, January 1963.

KOTZ, S.; DORP, J. R. van. **Beyond Beta**: other continuous families of distributions with bounded support and applications. Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Co., 2004.

KROLL, P.; KRUCHTEN, P. **The Rational Unified Process Made Easy**: a practitioner's guide to the rup. [S.l.]: Addison-Wesley, 2003.

LANG, H. J.; MERINO, D. N. **The selection process for capital projects**. [S.l.]: Wiley-Interscience, 1993.

LEE, O.-K.; SAMBAMURTHY, V.; LIM, K. H.; WEI, K. K. Information Technology Exploitation and Exploration in a Fast Growing Economy. In: PACIFIC ASIA CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 2008. **Anais. . .** [S.l.: s.n.], 2008.

MANDEL, M. J. The new business cycle. **BusinessWeek**, [S.l.], p.58–68, March 1997.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, [S.l.], v.7, n.1, p.77–91, March 1952.

MCFARLAN, F. W. Portfolio approach to information systems. **Harvard Business Review**, [S.l.], p.142–151, September-October 1981.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: a practitioner's approach**. 7th.ed. [S.l.]: MacGraw-Hill, 2009.

REYCK, B. D.; GRUSHKA-COCKAYNE, Y.; LOCKETT, M.; CALDERINI, S. R.; MOURA, M.; SLOPER, A. The impact of project portfolio management on information technology projects. **International Journal of Project Management**, [S.l.], v.23, n.5, p.534–537, October 2005.

ROBERT, C. P.; CASELLA, G. **Monte Carlo Statistical Methods**. [S.l.]: Springer, 2005.

S. DEWAN C. SHI, V. G. Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: firm-level empirical analysis. **Management Science**, [S.l.], v.53, n.12, p.1829–1842, December 2007.

SCHMITZ, E. A.; ALENCAR, A. J.; AZEVEDO, C. M. de. **A method for defining the implementation order of software projects under uncertainty**. Fortaleza, Ceara, Brazil: ACM, 2008. 844–845p.

SCHMITZ, E. A.; ALENCAR, A. J.; FERNANDES, M. C.; AZEVEDO, C. M. de. Defining the Implementation Order of Software Projects in Uncertain Environments. In: ICEIS (3-2), 2008. **Anais. . .** [S.l.: s.n.], 2008. p.23–29.

SCHNIEDERJANS, M. J.; HAMAKER, J. L.; SCHNIEDERJANS, A. M. **Information Technology Investment: decision-making methodology**. River Edge, NJ: World Scientific Publishing Co., 2004. v.1.

SCHWARTZ, E. S.; ZOZAYA-GOROSTIZA, C. Investment Under Uncertainty in Information Technology: acquisition and development projects. **Management Science**, [S.l.], v.49, n.1, p.57–70, January 2003.

SILVIUS, A. J. G. The Business Value of IT - A Conceptual Model for Selecting Valuation Method. **Communications of the IIMA**, [S.l.], v.8, n.3, p.57–66, July-September 2008.

SOMERS, T. M.; NELSON, K. G. The impact of strategy and integration mechanisms on enterprise system value: empirical evidence from manufacturing firms. **European Journal of Operational Research**, [S.l.], v.146, n.2, p.315–338, 2003.

SUCCI, G.; MARCHESI, M.; WILLIAMS, L.; WELLS, J. D. **Extreme Programming Perspectives**. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002.

TALLON, P. P. Inside the adaptive enterprise: an information technology capabilities perspective on business process agility. **Information Technology and Management**, [S.l.], v.9, n.1, p.21–36, 2007.

TAVEIRA, G.; ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. A Method for Portfolio Management and Prioritization: an incremental funding method approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 2010, Funchal, Madeira. **Anais. . .** [S.l.: s.n.], 2010. v.3, p.23–33.

VOSE, D. **Risk Analysis: a quantitative guide**. [S.l.]: Wiley, 2008.

WESTERMAN, G.; HUNTER, R. **IT Risk**: turning business threats into competitive advantages. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2007.

WHITE, D. J. **Decision Theory**. [S.l.]: Aldine Transaction, 2006.

WHITTAKER, B. What went wrong? Unsuccessful information technology projects. **Information Management & Computer Security**, [S.l.], v.7, n.1, p.23–30, March 1999.