

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail [bibfea@usp.br](mailto:bibfea@usp.br) para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE**  
**DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

**MODELO DE ALOCAÇÃO DE CUSTOS BASEADO NA TEORIA DOS JOGOS  
COOPERATIVOS: UMA APLICAÇÃO PARA O CONTROLE DOS CUSTOS DE  
DEPARTAMENTOS DE SERVIÇOS INTERNOS**

**Francisco Antonio Bezerra**

**Orientador: Prof. Dr. Diogo Toledo do Nascimento**

**São Paulo**

**2005**

Prof. Dr. Adolfo José Melfi  
Reitor da Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury  
Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Reinaldo Guerreiro  
Chefe do Departamento de Contabilidade e Atuarial

Prof. Dr. Fábio Frezatti  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis

**FRANCISCO ANTONIO BEZERRA**

**MODELO DE ALOCAÇÃO DE CUSTOS BASEADO NA TEORIA DOS JOGOS  
COOPERATIVOS: UMA APLICAÇÃO PARA O CONTROLE DOS CUSTOS DE  
DEPARTAMENTOS DE SERVIÇOS INTERNOS**

Tese apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Contábeis.

**Orientador: Prof. Dr. Diogo Toledo do Nascimento**

**São Paulo**

**2005**

Tese defendida e aprovada, em 29.09.2005, no Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade: Contabilidade, com o comentário unânime de que o nível de excelência da contribuição dada pelo trabalho, feito pela seguinte comissão julgadora:

Prof. Dr. Diogo Toledo do Nascimento

Prof. Dr. Luiz João Corrar

Prof. Dr. Almir Ferreira de Sousa

Prof. Dr. Eolo Marques Pagnani

Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Publicações e Divulgação do SBD/FEA/USP

Bezerra, Francisco Antonio

Modelo de alocação de custos baseado na teoria dos jogos cooperativos: uma aplicação para o controle dos custos de departamentos de serviços internos / Francisco Antonio Bezerra. -- São Paulo, 2005.

171 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2005

Bibliografia.

1. Contabilidade de custo 2. Controle de custos 3. Teoria dos jogos  
4. Bancos 5. Tecnologia da informação I. Universidade de São Paulo.  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

CDD – 657.42

A Daniela e  
Alessandra, pela maravilhosa companhia.

Agradeço ao Prof. Diogo Toledo do Nascimento, orientador deste trabalho, por ter sido meu orientador no sentido literal da palavra, pela confiança, pelo tempo e dedicação concedidos.

Aos professores do programa de Pós-Graduação da FEA-USP pelo conhecimento adquirido, em especial ao Prof. Dr. Antonio Robles Júnior e o Prof. Dr. Gilberto Martins por acreditarem no meu potencial.

Um agradecimento especial ao Prof. Dr. João Luiz Corrar pela confiança e pelas sugestões de melhoria para este trabalho.

Ao Prof. Dr. Almir Ferreira de Sousa pelas sugestões de melhoria na fase de qualificação que permitiram a melhoria da qualidade do trabalho.

Agradeço a minha família, pela força, carinho e apoio durante o longo período em que passei distante, apesar de fisicamente próximo.

Agradeço a Guiomede Guilardi Filho, sócio da empresa Estratege Assessoria Empresarial, cujo apoio e compreensão foram decisivos para a conclusão deste trabalho.

A todos os colegas da Estratege pelo companheirismo durante as diversas batalhas que enfrentamos juntos, em especial aos amigos Renato Martins de Sousa, Mary Tsuitsui Bontempo e Manuel Silveira Neto pelos debates sempre muito acalorados.

Aos funcionários da Biblioteca da FEA-USP pela eficiência e paciência, em especial para Ana Maria Ferreira, Lúcia Kawahara, Margarida Maria de Souza e Maria das Graças da Silva, pessoas que fazem a diferença entre ter e não ter a informação que se deseja.

Ao meu amigo, Almir Simas de Andrade Júnior, que sempre foi um grande incentivador de minhas realizações.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os amigos que em muitos momentos incentivaram minha luta em busca deste objetivo.

**“Não há quem aprenda alguma coisa simplesmente por tê-la ouvido, e quem não se esforça sozinho em certas coisas acaba por conhecê-las apenas de modo superficial e pela metade.”**

***J. P. Eckermann***



## RESUMO

A alocação de custos é um problema presente em todas as organizações que trabalham com elevados custos fixos e cuja característica do negócio permite com que diversos produtos/serviços utilizem uma estrutura comum para serem disponibilizados aos clientes. A alocação de custos pode ocorrer, em um primeiro momento, dos departamentos de serviços para os departamentos operacionais e, após isso, pode ocorrer também dos departamentos operacionais para os produtos e serviços da empresa. Este trabalho trata do problema da alocação de custos entre os departamentos de serviços e os departamentos usuários dos serviços internos. O modelo de alocação de custos aqui apresentado incorpora conceitos que fazem com que os valores de alocação resultantes do sistema de custos interfiram de forma positiva na empresa e, particularmente, no comportamento dos gestores dos departamentos (Teoria da Utilidade) no que se refere à perspectiva do controle de custos. O modelo também integra conceitos que auxiliam no cálculo de uma alocação de custos considerada “justa” pelos usuários dos serviços internos (Teoria dos Jogos Cooperativos). O ferramental de cálculo implementado neste trabalho está apoiado no trabalho apresentado por Shapley (1953). O estudo de Shapley indicou que os participantes de um jogo podem melhorar seus resultados (reduzir custos) ao realizar coalizões com os demais jogadores. No caso da alocação de custos, a proposição de Shapley resolve o problema de como encontrar o custo marginal que cada departamento usuário causa pela utilização de estruturas comuns. O modelo de alocação de custos aqui desenvolvido utiliza-se do cálculo do custo marginal do uso das estruturas comuns por usuário para definir a parcela de custos a ser alocada para cada departamento. Além disso, aplica-se o modelo proposto em um departamento de Tecnologia da Informação de uma grande instituição financeira. O caso aqui apresentado tem o intuito de demonstrar que existem peculiaridades do modelo de alocação de custos que devem ser ajustadas de acordo com o serviço interno tratado pelo sistema de alocação de custos.

## ABSTRACT

*Cost allocation is a current problem for all organization working with high fixed costs and whose business characteristic allows that a variety of products or services share the same structure to be delivered to the customers. Cost allocation can occur in a first step from service departments to the operational ones and after that, can also occur from the operational departments to the products and services produced by the enterprise. This study deals with cost allocation between service departments and the users of internal services. The cost allocation model here shown incorporates concepts that make with allocation values produced by the cost system interfere, in a positive way, in the whole enterprise and, especially, in the behavior of the department managers (Utility Theory) from the cost control perspective. The model also integrates concepts that help to reckon a cost allocation considered "fair" by the internal services users (Cooperative Game Theory). The calculation methods utilized by this work are supported by a study stated by Shapley (1953). Shapley's study indicated that the participants of a game can improve their outcomes (cost reduction) by making coalition with each other. In the cost allocation case, Shapley's proposition solves the problem of how to find the incremental cost caused by each department that shares the same structure. The cost allocation model developed in this study, utilizes incremental cost calculation of the use of shared structures by user to define the cost amount that has to be allocated to each department. Beyond that, the model proposed is fully applied in a TI department of a large financial institution. The case here shown has the purpose to demonstrate that there are peculiarities of the cost allocation model that have to be adjusted according to the internal service treated by the cost system allocation.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 <i>Justificativa do Tema .....</i>	<i>18</i>
1.1 <i>Questões de Pesquisa .....</i>	<i>22</i>
1.2 <i>Objetivo Geral.....</i>	<i>23</i>
1.3 <i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>23</i>
1.4 <i>Metodologia de pesquisa.....</i>	<i>24</i>
1.5 <i>Estrutura do texto.....</i>	<i>25</i>
<b>2 ALOCAÇÃO DE CUSTOS .....</b>	<b>27</b>
2.1 <i>Teoria da Agência e Alocação de Custos.....</i>	<i>30</i>
2.2 <i>Teoria Positiva da Alocação dos Custos.....</i>	<i>32</i>
2.3 <i>O Conceito de Externalidades e a Alocação de Custos.....</i>	<i>35</i>
<b>3 TEORIA DOS JOGOS.....</b>	<b>41</b>
3.1 <i>Representação de um Jogo.....</i>	<i>44</i>
3.2 <i>Teoria dos Jogos Cooperativos.....</i>	<i>47</i>
3.3 <i>Definição Axiomática dos Jogos Cooperativos .....</i>	<i>53</i>
3.4 <i>Valor de Shapley .....</i>	<i>55</i>
<b>4 TEORIA DOS JOGOS NA ALOCAÇÃO DE CUSTOS.....</b>	<b>61</b>
4.1 <i>Ganho de Escopo .....</i>	<i>62</i>
4.1.1 <i>Custo Fixo .....</i>	<i>63</i>
4.1.2 <i>Efeitos da Economia de Escala .....</i>	<i>66</i>
4.2 <i>Função Característica e a Alocação de Custos .....</i>	<i>67</i>
4.3 <i>Valor de Shapley e a Alocação de Custos.....</i>	<i>69</i>
4.4 <i>Custo Marginal .....</i>	<i>75</i>
<b>5 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E OS BANCOS.....</b>	<b>79</b>
5.1 <i>Tecnologia da Informação e os Bancos .....</i>	<i>79</i>
5.2 <i>Critérios de Alocação de Custos das Áreas de TI.....</i>	<i>83</i>
5.2.1 <i>Condições Necessárias para o Uso de um Sistema de Cobrança Interno.....</i>	<i>87</i>
5.2.2 <i>Avaliação de Alternativas para o Sistema de Cobrança Interno .....</i>	<i>88</i>
5.2.3 <i>Avaliação da Eficácia do Sistema de Cobrança .....</i>	<i>93</i>
5.3 <i>Características Essenciais do Sistema de Cobrança Interno de TI (SCITI).....</i>	<i>98</i>
<b>6 MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>101</b>
6.1 <i>Estrutura Básica do DTI.....</i>	<i>101</i>
6.2 <i>Serviços Prestados pelo DTI.....</i>	<i>104</i>
6.2.1 <i>Setor de Produção.....</i>	<i>105</i>
6.2.2 <i>Setor de Operação .....</i>	<i>106</i>
6.2.3 <i>Setor de Comunicação.....</i>	<i>108</i>
6.2.4 <i>Setor de Segurança .....</i>	<i>109</i>

6.2.5	Setor de Desenvolvimento de Sistemas .....	109
6.3	<i>Descrição do Jogo do Setor de Produção – Processamento</i> .....	110
6.3.1	Geração de Informações e Previsão de Consumo – Fase 1 .....	112
6.3.2	Escolha de Estrutura de TI – Fase 2 .....	116
6.3.3	Avaliação dos Custos de Prestação dos Serviços – Fase 3 .....	145
6.3.4	Distribuição dos Custos e Controle de Execução – Fase 4 .....	145
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	147
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	157
	<b>APÊNDICE 1: TEORIA DA UTILIDADE</b> .....	165

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Custos Tradicional .....	18
Figura 2 - Custos Indiretos como Limitadores dos Gastos Discricionários.....	33
Figura 3 - Comportamento dos Custos Fixos pelo Aumento da Demanda de Serviço.....	37
Figura 4 - Custo Marginal maior que a Taxa de Alocação de Custos.....	38
Figura 5 - Custo Marginal igual a Taxa de Alocação de Custos.....	39
Figura 6 - Custo Marginal menor que a Taxa de Alocação de Custos.....	40
Figura 7 - Descrição do Jogo na Forma Extensiva.....	45
Figura 8 - Núcleo do Jogo .....	52
Figura 9 - Representação Gráfica do Valor de Shapley .....	60
Figura 10 - Comportamento dos Custos Fixos/Capacidade .....	64
Figura 11 - Efeito do Ganho de Escala .....	66
Figura 12 - Explicação da Planilha de Cálculo do Valor de Shapley .....	73
Figura 13 - Motivos para Utilização Intensiva de TI na Indústria Financeira .....	83
Figura 14 - Áreas de Pesquisa do Tratamento dos Custos de TI.....	87
Figura 15 – Estrutura das Áreas de TI.....	102
Figura 16 – Linha Temporal de Execução do Modelo.....	111
Figura 17 – Área de Alocação Proposta pelo Modelo .....	137
Figura 18 - Loterias Simples .....	169
Figura 19 - Loteria Composta .....	169

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alocação de Custos Indiretos Inibindo Consumo .....	35
Tabela 2 – Representação Estratégica de um Jogo .....	47
Tabela 3 – Métodos para Tomada de Decisão .....	48
Tabela 4 – Cálculo do Valor de Shapley.....	60
Tabela 5 – Custo do Departamento A .....	74
Tabela 6 – Custo do Departamento B .....	74
Tabela 7 – Custo do Departamento C .....	74
Tabela 8 – Custo do Primeiro Usuário .....	76
Tabela 9 – Custo do Segundo Usuário .....	77
Tabela 10 – Evolução das Transações Bancárias (em Mil) .....	80
Tabela 11 – Evolução dos Investimentos em TI nos Bancos.....	80
Tabela 12 – “Fatura” de Cobrança dos Serviços de TI .....	93
Tabela 13 – Previsão das Variáveis Operacionais - Arrecadações .....	113
Tabela 14 – Previsão das Variáveis Operacionais - Crédito Imobiliário .....	115
Tabela 15 – Previsão de Variação de Capacidade.....	121
Tabela 16 – Custos Atuais do DTI.....	122
Tabela 17 – Depreciação - Faixas Individuais e Conjunta de Capacidade .....	123
Tabela 18 – Depreciação - Custo da Faixa Individual de Capacidade.....	124
Tabela 19 – Depreciação - Custo do Excesso de Capacidade.....	124
Tabela 20 – Depreciação - Custo da Coalizão A,I.....	125
Tabela 21 – Depreciação - Valor de Shapley - Arrecadações.....	126
Tabela 22 – Depreciação - Valor de Shapley – Crédito Imobiliário.....	126
Tabela 23 – Depreciação - Valor de Shapley – Corporação .....	126
Tabela 24 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Volume Planejado .....	127
Tabela 25 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Volume Planejado/Corporação .....	127
Tabela 26 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Valor de Shapley .....	128
Tabela 27 – Ganho Líquido do Grupo Depreciação .....	129
Tabela 28 – Necessidade do Grupo de Pessoal .....	129
Tabela 29 – Custo Unitário do Grupo de Pessoal .....	130
Tabela 30 – Alocação de Custos pela Demanda Projetada/Corporação .....	130
Tabela 31 – Pessoal - Valor de Shapley - Arrecadações.....	131
Tabela 32 – Pessoal - Valor de Shapley - Crédito Imobiliário.....	131

Tabela 33 – Pessoal - Valor de Shapley - Corporação .....	131
Tabela 34 – Necessidade de Máquinas .....	132
Tabela 35 – Valor Unitário de Manutenção .....	132
Tabela 36 – Alocação de Custos pela Demanda Projetada/Corporação .....	132
Tabela 37 – Ganho pela Centralização do Serviço de Processamento.....	132
Tabela 38 – Projeção de Uso dos Departamento Usuários .....	134
Tabela 39 – Necessidade de Aquisição de MIPS.....	134
Tabela 40 – Custos das Faixas Individuais e Conjuntas de Aquisição de MIPS .....	134
Tabela 41 – Projeção do Custo Médio dos MIPS .....	135
Tabela 42 – Projeção do Custo de Excesso de Capacidade .....	135
Tabela 43 – Projeção dos Custos pelas Faixas Individuais.....	135
Tabela 44 – Projeção do Custo do Excesso Causado pelas Faixas Individuais .....	135
Tabela 45 – Projeção do Custo da Faixa Conjunta .....	137
Tabela 46 – Cálculo da Coalizão AIC.....	138
Tabela 47 – Arrecadações – Valor de Shapley da Depreciação Projetada.....	138
Tabela 48 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley da Depreciação Projetada .....	138
Tabela 49 – Corporação – Valor de Shapley da Depreciação Projetada.....	139
Tabela 50 – Custo Unitário Médio de Pessoal .....	139
Tabela 51 – Previsão de Consumo de Pessoal .....	140
Tabela 52 – Previsão de Aquisição de Capacidade de Pessoal.....	140
Tabela 53 – Custos da Opção Individual .....	140
Tabela 54 – Cálculo do Custo do Excesso de Capacidade.....	141
Tabela 55 – Arrecadações – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado .....	141
Tabela 56 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado.....	142
Tabela 57 – Corporação – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado .....	142
Tabela 58 – Projeção de Necessidade de Equipamentos.....	143
Tabela 59 – Custo Unitário Médio de Manutenção .....	143
Tabela 60 – Projeção de Custo de Manutenção - Aquisição Individual .....	143
Tabela 61 – Arrecadações – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado .....	144
Tabela 62 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado ...	144
Tabela 63 – Corporação – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado .....	144
Tabela 64 – Custo do Serviço de Processamento.....	145





## 1 INTRODUÇÃO

Em linhas gerais, existem dois principais campos de pesquisa sobre a alocação de custos: o primeiro utiliza a programação matemática na definição dos critérios de alocação de custos (KAPLAN; THOMPSON, 1971; KAPLAN; WELAM, 1974), e o segundo funções chamadas de **características** para modelar o problema de alocação de custos como um **jogo** (JENSEN, 1977; ROTH; VERRECCHIA, 1979; HAMLEN; HAMLEN; TSCHIRHART, 1980).

Segundo Demski e Kreps (1982 p.122), em muitos casos, nessas duas linhas de pesquisa, a descrição de **como** o resultado da alocação de custos pode ser utilizado não recebe devida atenção. Os mesmos autores (*ibid.*) são também categóricos ao afirmar que as mesmas pesquisas descrevem as propriedades dos mecanismos de alocação, porém não desvendam a perspectiva do **uso da informação**.

Ainda segundo Demski e Kreps (1982 p.123), é importante que as pesquisas envolvendo a criação de metodologias de alocação de custos descrevam melhor como as propriedades do modelo podem ser úteis aos seus usuários.

Assim, é necessário que, além de descrever as propriedades da metodologia de alocação de custos, as pesquisas sobre esse assunto enveredem pela perspectiva do uso, por exemplo, na avaliação da performance dos departamentos ou na avaliação da rentabilidade dos produtos.

O modelo desenvolvido aborda uma aplicação para o primeiro estágio de alocação de custos (alocação entre departamentos) e tem, entre outras características, a capacidade exercer impacto sobre o comportamento dos gestores, induzindo-os a tomarem decisões que auxiliem no controle de custos.

Além disso, será mostrado um estudo de caso do modelo proposto em um Departamento de Tecnologia da Informação (DTI), de um Banco cuja escolha foi motivada pela importância desses departamentos para as instituições financeiras. Todas as fases do negócio bancário estão baseadas na Tecnologia da Informação (áreas administrativas, agências, *Internet*, auto-atendimento etc.). Entretanto, tem-se um problema: como esses custos podem ser distribuídos entre seus usuários internos? Uma prática comum é a alocação dos custos pelo nível de consumo, porém, como será verificado mais adiante, esse critério nem sempre corresponde à maximização da utilidade dos gestores, os quais, neste trabalho, serão tratados como agentes econômicos racionais (com base na Teoria da Utilidade).

## 1.1 Justificativa do Tema

Parte integrante do sistema de alocação de custos, os sistemas de acumulação de custos associam contas de despesas<sup>1</sup> aos centros de custos, e tais contas vão sofrendo movimentações durante um período de tempo. Os valores das contas de despesas, ao final de um período, servem para avaliar a performance do departamento, ao mesmo tempo em que critérios de associação definidos para as despesas permitem a distribuição destas para os produtos.

Para Kaplan e Atkinson (1998, p. 61):

Um sistema de custos tradicional possui uma estrutura de dois estágios [...]. No primeiro estágio, os departamentos de serviço são distribuídos entre os departamentos operacionais ou de produção. As despesas dos departamentos de produção são associadas diretamente a estes departamentos. Assim, depois do primeiro estágio, todas as despesas organizacionais são distribuídas, ou diretamente ou através das distribuições dos departamentos de serviços, para os departamentos de produção. No segundo estágio [...], os custos são distribuídos para os produtos processados por estes departamentos.

A Figura 1 é uma representação gráfica dos dois estágios do sistema de custos tradicional descrito por Kaplan e Atkinson (1998, p. 61):

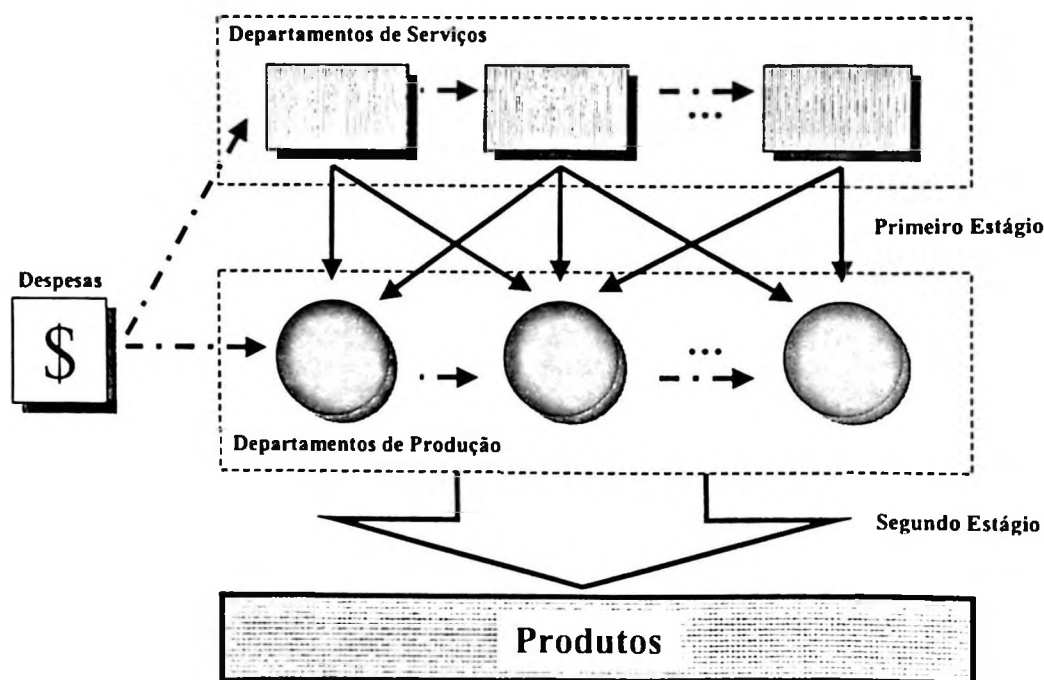


Figura 1 - Sistema de Custos Tradicional

<sup>1</sup> Segundo Martins (2003, p.27), “[...] Já em muitas empresas, tais como as entidades comerciais e financeiras, utiliza-se a mesma expressão Contabilidade de Custos, quando a primeira vista, só existem despesas.” O autor chama atenção para o fato de que as despesas em empresas prestadoras de serviços também podem ser chamadas de custos, e comenta “[...] São custos que imediatamente se transformam em despesas, sem que haja a fase de Estocagem [...]” Neste trabalho, utilizou-se tanto a palavra custo quanto a palavra despesa para indicar o consumo de recursos dos departamentos prestadores de serviços internos para a produção dos serviços internos.

Neste trabalho, propõe-se um modelo de distribuição de custos para o **primeiro estágio de alocação de custos**. Diferentemente da grande maioria dos trabalhos na área de custos, este não apresenta uma solução para a distribuição de custos aos produtos (segundo estágio de alocação de custos). Já existem diversos trabalhos veiculados em importantes publicações na área contábil, que se utilizam do mesmo referencial teórico necessário ao desenvolvimento desta tese para realizar este último tipo de distribuição de custos (HAMLEN; HAMLEN; TSCHIRHART, 1977; BALACHANDRAN; RAMAKRISHNAN, 1981; CALLEN, 1978; BUTLER; WILLIAMS, 2002). Essa, aliás, é uma das motivações deste trabalho, pois, no entender do autor, a utilização dos conceitos da Teoria dos Jogos foi muito pouco explorada quanto aos aspectos de controle dos custos, bem como quanto à aplicação desses conceitos na distribuição dos custos ainda na primeira fase de alocação. A sua principal aplicação tem sido na distribuição de custos comuns aos produtos.

Kaplan e Atkinson (1998, p.62) partem da premissa de que existem dois principais objetivos para a distribuição dos custos dos departamentos de serviços: (1) controle do custo e da eficiência e (2) redistribuição aos produtos por meio dos departamentos de produção.

Este trabalho descreve como o **controle de custo** é possível a partir das **distribuições dos custos dos departamentos que prestam serviços internos**. Dessa forma, este trabalho foca-se na **utilização de mecanismos de distribuição dos custos dos departamentos de serviços como instrumento de controle dos custos**.

A cobrança por serviços internos, supondo que não seja necessariamente estabelecido um preço de transferência, mas somente pela alocação dos custos incorridos na prestação de serviço, pressupõe de imediato uma apuração dos recursos disponibilizados e, principalmente, a quantidade utilizada pelos diferentes departamentos da organização.

Conforme Kaplan e Atkinson (1998, p.62), a distribuição dos custos de prestação de serviços internos entre os departamentos usuários (operacionais ou não) promove o controle dos custos e incentiva a melhoria da eficiência na utilização dos recursos, visto que:

- 1) incentiva a melhoria da eficiência na utilização dos recursos dos gestores dos departamentos de serviço;
- 2) motiva a prudente utilização dos serviços internos por parte dos departamentos usuários.

A decisão de não alocar os custos de prestação de serviços interno acarreta uma série de situações que interferem na melhoria da performance da empresa. Entre elas estão:

- a. um volume de recursos maior do que o que seria economicamente viável pode ser demandado pelos departamentos usuários;

- b. sem a distribuição do custo dos serviços internos não é possível determinar se esses departamentos operam de forma eficiente, tanto na fase de comprometimento (compra de capacidade), quanto na fase de consumo dos recursos. O orçamento de custos, comumente utilizado para controle dos custos dos departamentos de serviços, por tomar como base dados históricos, não oferece nenhuma garantia de que o departamento esteja operando de forma eficiente. Ademais, nenhuma “mensagem relevante”<sup>2</sup> é fornecida para determinar a escala ótima para os departamentos de serviço;
- c. se os custos dos serviços internos não são cobrados, perde-se uma referência para determinar se o serviço deve continuar sendo prestado internamente ou se a empresa poderia buscar o mesmo serviço no mercado;
- d. sem um sistema de cobrança interno para incentivar a comparação de custos relativos, não fica evidente quando um departamento de serviço é mais caro do que uma alternativa externa e, principalmente, se essa desvantagem é fruto de ineficiências na utilização dos recursos ou decorrência da pequena escala de operação;
- e. se os custos dos serviços internos não são distribuídos para os usuários, a organização terá poucos subsídios para determinar o nível de serviços a ser disponibilizado ou mesmo a quantidade que será efetivamente utilizada pelos usuários. Essas informações são úteis no cálculo do custo da capacidade não utilizada;
- f. sem as mensagens proporcionadas pela distribuição de custos dos departamentos de serviços, os departamentos usuários possuem poucas oportunidades para comunicar suas preferências entre custo e qualidade dos serviços a serem prestados.

Tais problemas podem ser amenizados pelo estabelecimento de sistemas de cobrança internos (KAPLAN; ATKINSON, 1998). O Sistema de Cobrança Interno (SCI) é um instrumento que prevê a distribuição de custos entre os departamentos usuários do serviço interno por critérios previamente estabelecidos. O objetivo da distribuição de custos dos serviços internos é fazer com que os departamentos usuários preocupem-se em:

- 1) exercer maior controle sobre o consumo dos serviços internos;

---

<sup>2</sup> A “mensagem” diz respeito ao impacto da informação no comportamento dos gestores em virtude da divulgação da informação de custos.

- 2) comparar os custos de utilização de serviços internos com os custos de serviços similares comprados fora da empresa;
- 3) comunicar ao departamento de serviço o nível de qualidade desejado, incluindo sua disposição em gastar mais pela aquisição de serviços de alta qualidade, ou em gastar menos, aceitando um serviço com menor nível de qualidade.

Não é objetivo deste trabalho discutir questões relacionadas ao estabelecimento de preços de transferência. Assume-se que a mensagem relevante para controle dos custos pode ser obtida pela simples transferência dos custos incorridos na prestação do serviço, sem a inclusão de margens de lucros para os departamentos de serviços (o que resultaria na criação de centros de resultados fictícios).

Kaplan e Atkinson (1998, p. 63) fazem uma distinção entre a **atribuição dos custos** e a **alocação dos custos**. A atribuição de custos ocorre quando é possível associar, de forma inequívoca, uma parcela dos custos de prestação de serviços a um determinado departamento usuário. A alocação de custos ocorre pela inexistência de medidas diretas que indiquem consumo dos recursos realizados pelos departamentos ou produtos e é feita pela escolha de um substituto da medida direta que é utilizado para alocação de custos.

Os autores concluem que “para efeito de controle da eficiência e de custos, os custos devem ser atribuídos, nunca alocados”. Discorda-se dessa afirmativa e demonstra-se neste trabalho que é possível realizar a alocação de custos entre os usuários e ainda gerar uma mensagem relevante que induza um comportamento adequado em termos de controle de custos.

Nas palavras de Kaplan e Atkinson (1998, p. 64):

A distribuição dos custos dos departamentos de serviços internos para os departamentos de produção, com o propósito de controle dos custos e da eficiência na utilização de recursos, requer a criação de uma medida bem acurada do consumo dos serviços internos para cada departamento. Estimativas e alocações de custos podem ser utilizadas para o custeio dos produtos e avaliação dos estoques, mas eles não são úteis quando os gestores estão focados no controle de produção e no uso de recursos comuns. Isto porque a distribuição será baseada numa medida não relacionada à demanda de produção feita para os departamentos de serviços. Os custos alocados não são resultado das ações tomadas pelos gestores ou funcionários do departamento de produção. Sendo assim, a mensagem proporcionada pela alocação dos custos não será um *feedback* útil na avaliação da performance operacional do departamento de produção durante um período.

Este trabalho trata da modelagem de um mecanismo de **alocação** dos custos de prestação de serviços internos aos departamentos usuários do serviço. No entanto, cria-se um modelo que carrega uma mensagem, pelo critério de alocação adotado, permitindo o gerenciamento dos custos por parte dos departamentos usuários.

Os mesmos autores (*ibid.*, p. 65) também apresentam as prováveis reações do gestor usuário dos serviços internos ao receber uma parcela dos custos **alocados** dos departamentos de serviços. São elas:

- 1) pode ignorar a mensagem inteiramente e, de acordo com os autores, talvez seja essa a melhor ação, reconhecendo que essa mensagem não contém qualquer informação útil sobre as ações tomadas no passado recente, ou de maneira idêntica, não é válida para as decisões a serem tomadas em um futuro próximo;
- 2) se a alocação de custos for um dos itens considerados na avaliação da performance dos gestores dos departamentos operacionais, a gerência naturalmente tentará influenciar a mensagem que está sendo reportada, dado o fato de esta, por definição, não poder ser diretamente afetada pelas ações dos gestores dos departamentos usuários. Os gestores podem influenciar a mensagem somente questionando e negociando os critérios de alocação com os outros gestores dos departamentos usuários e prestadores de serviços ou até mesmo com a gerência superior. Essas discussões nitidamente reduzem a quantidade de tempo que os gestores possuem para melhorar a eficiência, produtividade e qualidade do seu próprio departamento.

Sendo assim, a alocação de custos que não reflita o consumo de recursos pelos departamentos usuários (mas que continue responsabilizando tais departamentos por esses custos) sinaliza que os gestores dos departamentos usuários devem consumir alguma quantidade de seu tempo discutindo e negociando sobre o percentual de alocação de custos com os outros gestores.

O modelo apresentado neste trabalho, em função das características de modelagem dos jogos cooperativos e, em especial, do valor proporcionado pela utilização da fórmula de solução de um jogo cooperativo desenvolvida por Shapley (1953), produz um vetor de alocação de custos que possui aspectos semelhantes a uma negociação entre os departamentos envolvidos na alocação de custos. Por outro lado, minimiza o tempo que poderia ser gasto com a negociação de taxas de alocação de custos, conforme mencionado por Kaplan e Atkinson (1998).

## 1.1 Questões de Pesquisa

Os questionamentos que motivam a realização deste trabalho são os seguintes:

- Quais os elementos necessários para se fazer com que uma alocação de custos dos departamentos de serviços internos baseada na Teoria dos Jogos Cooperativos torne-se um instrumento de controle de custos?
- Como as propriedades que delinham o modelo de alocação de custos dos departamentos de serviços internos baseado na Teoria dos Jogos Cooperativos devem ser entendidas e principalmente utilizadas para tomada de decisão?

## 1.2 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é criar um Modelo de Alocação de Custos entre departamentos baseado nos conceitos da Teoria dos Jogos Cooperativos e que possa ser utilizado como um instrumento na tomada de decisão e no controle dos custos de prestação de serviços internos.

## 1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- 1) criar um modelo de alocação de custos aos usuários dos serviços internos:
  - a. baseado na racionalidade individual e coletiva e na maximização da utilidade dos usuários dos serviços internos proposta pela Teoria da Utilidade;
  - b. que permita a alocação da economia (ganho) obtida pela centralização de um serviço comum a diversos usuários internos;
  - c. cuja alocação esteja baseada no custo marginal de inserção de cada um dos departamentos usuários;
  - d. que considere a parcela da capacidade de prestação dos serviços comprometida pela demanda esperada de cada departamento usuário;
  - e. que considere os custos relacionados à ociosidade não programada na avaliação de desempenho do departamento prestador do serviço;
- 2) interpretar os dados produzidos pelo modelo de alocação de custos baseado na Teoria dos Jogos Cooperativos, indicando sua utilidade na avaliação de desempenho tanto dos departamentos prestadores de serviços quanto dos departamentos usuários.

#### 1.4 Metodologia de pesquisa

Seguindo a proposta de classificação de pesquisa descrita por Gil (1987, p. 45) esta pesquisa pode ser classificada quanto ao seu **objetivo** como sendo uma **pesquisa exploratória**. De acordo com o autor, a pesquisa exploratória tem como objetivo:

[...] proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: a) levantamento bibliográfico; b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Este trabalho enquadra-se nessa classificação por dois aspectos: primeiro, pela técnica utilizada e, segundo, pelo problema estudado.

No que se refere ao primeiro aspecto, serão apresentadas técnicas de cálculo do valor de Jogos Cooperativos que, apesar de relativamente antigas (o artigo de Shapley, por exemplo, é de 1953), foram muito pouco utilizadas, tanto pela academia quanto pela comunidade empresarial e, e não somente no Brasil<sup>3</sup>. Acredita-se que existam diversas oportunidades de pesquisa que podem ser criadas a partir de desdobramentos dos conceitos apresentados neste trabalho e da utilização destes mesmos conceitos em diversos problemas da Contabilidade Gerencial e demais áreas administrativas.

Já o outro aspecto está relacionado ao problema estudado: a metodologia de alocação dos custos entre departamentos, as suas motivações, as características, o uso da informação gerada e os critérios de alocação. Esse tema já foi explorado sob diversos ângulos. Todavia, este trabalho lança uma proposta de alocação de custos que, suportada pelos axiomas da Teoria dos Jogos Cooperativos, leva a situações que propiciam o controle dos custos nas empresas, além do resultado da alocação carregar, intrinsecamente, argumentos que facilitam sua aceitação por parte dos departamentos que receberão os custos.

Ainda a respeito da classificação deste trabalho como sendo de caráter exploratório, é apresentada uma aplicação da metodologia de alocação de custos utilizando a Teoria dos Jogos Cooperativos, visando a facilitar o entendimento da técnica utilizada e seu significado no suporte à tomada de decisão.

Quanto ao delineamento da pesquisa (GIL, 1987 p. 48), pode-se afirmar que corresponde a uma pesquisa **bibliográfica**, pois foi desenvolvida a “partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.”

---

<sup>3</sup> Ver, por exemplo, os comentários em Littlechild e Owen (1973).



## 1.5 Estrutura do texto

Em função das características do tema e da proposta de pesquisa, optou-se por criar um texto que permitisse, mesmo que de forma introdutória, o esclarecimento das propriedades do modelo de custeio proposto. Para isso, foram inseridos capítulos que descrevem conceitos que, apesar de transcenderem à teoria dos jogos, são fundamentais no entendimento do resultado calculado para os jogos, principalmente os cooperativos.

A estrutura do texto foi concebida no intuito de permitir o entendimento de todas as propriedades do modelo e as implicações da inclusão das mesmas no modelo de custeio. Sendo assim, além deste capítulo introdutório, compõem este trabalho:

O Capítulo 2, que descreve a importância da alocação dos custos entre departamentos de serviços e demais departamentos da organização, principalmente sob o aspecto comportamental dos gestores e sob o enfoque do controle dos custos.

O Capítulo 3, que apresenta os principais conceitos envolvidos na Teoria dos Jogos. Nele são apresentados os tipos de jogos, as formas de representação e os principais elementos que constituem um jogo. É feita uma descrição das soluções dos Jogos Cooperativos, enfatizando, obviamente, as propriedades da solução dos Jogos Cooperativos obtida pela utilização do Valor de Shapley.

O Capítulo 4, que relaciona os conceitos da Teoria dos Jogos Cooperativos com o problema da alocação de custos.

O Capítulo 5, que é o capítulo inicial da aplicação do modelo proposto. Nesse capítulo é feita uma descrição da importância das áreas de Tecnologia da Informação nos Bancos e também são relacionados os principais problemas de alocação dos custos nessas áreas.

O Capítulo 6, que apresenta a modelagem do sistema de alocação de custos para os departamentos de TI em Bancos, utilizando, naturalmente, a Teoria dos Jogos Cooperativos.

O Capítulo 7, que apresenta as considerações finais e inclui as contribuições e limitações do trabalho, bem como sugestões para pesquisas futuras sobre o tema.

O Apêndice 1, que apresenta o conceito de Utilidade. Esse conceito permeia grande parte das proposições colocadas no trabalho, e é utilizado em maior ou menor grau em diversas situações, entretanto, está presente em praticamente todos os capítulos.



## 2 ALOCAÇÃO DE CUSTOS

O tema “alocação de custos” é uma fonte eterna e inesgotável de pesquisas e teorias, em todos os casos, controversas. O trabalho seminal de Zimmerman (1979) cita diversos artigos que apresentam questões relacionadas à alocação de custos que datam de 1923. Contudo, certamente os problemas que envolvem a alocação de custos são bem mais antigos.

Johnson e Kaplan (1996, p. 5) descrevem uma interessante passagem histórica que pode levar a interessantes conclusões sobre a necessidade das empresas de alocar seus custos entre unidades organizacionais e entre seus produtos e serviços:

Como conseqüência da Revolução Industrial e da possibilidade de se beneficiar da economia de escala, tornou-se interessante para os proprietários de empresas do século XIX direcionar significantes somas de capital para seus processos de produção [...] A viabilidade e sucesso a longo prazo dessas organizações “administradas” revelavam os ganhos que poderiam ser obtidos na administração de uma organização hierárquica, opondo-se à condução dos negócios através de transações de mercado.

Sob essa perspectiva, coloca-se a necessidade da informação gerencial vinculada ao avanço da forma assumida pela estrutura organizacional das empresas. Essa grande transformação ocorre no momento em que as “transações de troca” eram realizadas entre um empresário e o proprietário de determinado bem. Ou seja, não existia relação empregatícia, os fornecedores encontravam-se fora da empresa e a medida de lucratividade do negócio era baseada simplesmente na busca pela maximização da diferença entre o que era pago ao fornecedor do bem e o que era cobrado como preço de venda. A partir do momento em que os empresários vislumbram a possibilidade de aumento da lucratividade pela inserção da relação empresário-empregado, esse novo ambiente gera as condições necessárias para a criação de empresas hierarquicamente organizadas, com diversos níveis de gerência espalhados por vezes em uma grande área territorial.

Johnson e Kaplan (1996, p. 6) complementam sua descrição histórica sobre o desenvolvimento da Contabilidade Gerencial afirmando que “Com os processos de transformação – antes supridos, a um preço, por trocas de mercado – passando a serem executados dentro das organizações, surgiu a demanda por indicadores para determinar o “preço” do produto de operações internas.”

Os indicadores descritos pelos autores eram de suma importância no acompanhamento da eficiência na transformação dos insumos fornecidos pela organização às unidades organizacionais, em muitos dos casos, geograficamente distantes.

Sendo assim, a Contabilidade Gerencial desenvolveu-se no momento em que foi alterada a forma como eram produzidos os bens (simples troca x empresas hierarquicamente

organizadas), e isso ocorreu pela necessidade de monitoramento da eficiência na utilização dos recursos por parte das unidades descentralizadas.

Ainda nas palavras de Johnson e Kaplan (1986, p. 6):

Os custos medidos incluíam mão-de-obra e matéria prima, e **envolviam alguma atribuição de despesas gerais**. A meta dos sistemas era identificar os diferentes custos dos produtos intermediários e finais da empresa, e fornecer uma referência para medir a eficiência do processo de transformação [grifo do autor].

Os autores concluem aquilo que seria a primeira grande evolução da Contabilidade Gerencial, afirmando que os indicadores (resultado operacional, custo unitário de produção, custo total de produção) foram projetados para **motivar e avaliar a eficiência de processos internos**, não para medir a “lucratividade” geral da empresa.

Outra grande evolução dos sistemas de informações gerenciais ocorreu com o advento de organizações empresariais diversificadas.

As corporações descentralizadas e multidivisionais desenvolveram-se para se valerem da economia de escopo – os ganhos do compartilhamento de funções organizacionais comuns a um amplo espectro de produtos. A enorme diversidade nos mercados de produtos atendidos por essas gigantescas corporações exigia novos sistemas e indicadores para coordenar atividades dispersas e descentralizadas. Gerentes de divisão foram responsabilizados pela rentabilidade e retorno do capital, desfrutando de autoridade para fazer pedidos de capital. (JOHNSON e KAPLAN, 1996 p. 9).

Apesar de motivada por um fato distinto da primeira evolução dos sistemas de informações gerenciais (escala x escopo), a segunda grande evolução desses sistemas deu-se com a mesma intenção: **controle**.

Os sistemas de informações gerenciais funcionam como mecanismos de ligação entre as cadeias hierárquicas (superior-subordinado-superior) de uma organização empresarial. Por um lado, são responsáveis pela transmissão de objetivos individuais e coletivos para as unidades descentralizadas e, por outro, são utilizados para avaliar o nível de atingimento desses objetivos.

Com relação à questão de alocação de custos, Horngreen et al. (2002, p. 179) acreditam que o problema ocorre por conta da necessidade de associação de um **custo**, ou de um grupo de custos, a um ou mais “**objetivos de custeio**”, tais como departamentos, produtos, clientes ou canais de distribuição. Essa associação deveria ocorrer de acordo com o consumo de recursos que cada “**objetivo de custeio**” causa. No entanto, nem sempre esse consumo é claramente identificado com o seu causador.

Quando o relacionamento é claro e **direto**, essa associação **custo-objetivo** não é realizada por meio da alocação de custos, que só ocorre quando a relação entre o custo-objetivo é **indireta**.

A tarefa do sistema de alocação de custos é encontrar mecanismos que relacionem os custos aos “**objetivos**” por uma função que é uma **aproximação** da relação de causa entre esses dois elementos (custos x objetivos de custeio).

O grande motivo para tal é que os gestores das unidades organizacionais precisam ser informados das conseqüências de suas decisões. Por exemplo, a opção pela abertura de uma nova agência bancária, que resultaria em mais trabalho de monitoramento para o Departamento de Processamento de Dados, além de gastos com o estabelecimento de redes de comunicação. Um outro exemplo seria a abertura de novas turmas do curso de contabilidade, fato que acarretaria mais trabalho para a área administrativa da faculdade, dentre outros. Nesses casos, o custo incremental resultante da decisão precisa ser direcionado para o responsável, isso é, o causador do custo.

Horngreen et al. (2002, p.180) descrevem os principais propósitos da alocação de custos:

- 1) **para obter a motivação desejada:** a alocação de custos é feita com a intenção de influenciar o comportamento dos gestores, promover o alinhamento dos objetivos e permitir o gerenciamento dos esforços para o atingimento dos objetivos. A alocação de custos pode ser seletiva, de acordo com o comportamento que a empresa deseja incentivar, como por exemplo, a utilização de um canal de comunicação de dados/voz recém-adquirido. Assim sendo, poderá decidir por não alocar o custo desse canal de comunicação para as unidades da empresa. Por outro lado, essa mesma empresa faz com que as demonstrações de resultado das unidades sejam sensibilizadas pelo custo dos demais canais de comunicação existentes;
- 2) **para cálculo do lucro e valoração de ativos:** o custo é alocado aos produtos para cálculo dos custos de produtos em estoque e custo dos produtos vendidos. Essa alocação também é utilizada pelos gestores no planejamento, na avaliação de performance e na motivação dos gestores das diversas unidades;
- 3) **para justificar os custos na busca de ressarcimento:** em certos casos, os preços são estabelecidos com base nos custos, como nos contratos de prestação de serviço ao governo, nos quais são comuns as cláusulas de ressarcimento em virtude da ocorrência de gastos acima do previsto.

Os propósitos da alocação de custos descritos por Horngreen et al. (2002) permeiam questões relacionadas a planejamento e controle (primeiro propósito) e também auxiliam no

cálculo dos custos dos produtos vendidos e em estoque, incluindo a utilização dessa informação para estabelecer valores de ressarcimentos (segundo e terceiro).

As discussões históricas do trabalho de Johnson e Kaplan (1996), os comentários de Horngreen et al. (2000) sobre a importância da alocação dos custos e como a alocação destes pode influenciar o comportamento dos gestores remete o autor novamente às conclusões do trabalho de Zimmerman (1979). Os diversos trabalhos publicados sobre alocação de custos levam a fronteiras distintas que por um lado concluem que qualquer critério de alocação de custos é essencialmente arbitrário ou, por outro lado, indicam que a singularidade das empresas é tão evidente a ponto de qualquer tentativa de generalização de um sistema de alocação de custos ser falaciosa.

Sobre essa literatura, Zimmerman (1979) conclui que é essencialmente normativa – visa a descrever como as empresas deveriam ou não alocar seus custos – e se esquecem de perguntar porque as empresas, apesar de todos os avisos em contrário, continuam fazendo alocações de custos.

Zimmerman (*ibid.*) apresenta algumas conclusões interessantes na busca de apresentar as razões pelas quais as empresas, a despeito do que comentam os pesquisadores, continuam realizando alocações de custos<sup>4</sup>. Essas conclusões relacionam-se à descrição da evolução histórica dos sistemas de informações gerenciais (dentro dos quais inclui-se o sistema de informação de custos), bem como às questões comportamentais descritas por Horngreen et al. (2002).

Zimmerman (1979) acredita que os gerentes terão um comportamento diferente se os custos forem alocados para suas unidades. O trabalho desse autor corresponde exatamente à construção de um arcabouço teórico (Teoria Positiva), o qual descreve as condições suficientes que suportam as conclusões de Johnson e Kaplan (1996) e Horngreen et al. (2002).

## 2.1 Teoria da Agência e Alocação de Custos

O problema da agência ocorre quando um indivíduo (o principal) delega a outro (o agente) a execução de algumas atividades que deverão ser executadas em favor do primeiro (JENSEN; MECKLING, 1976; JENSEN; MECKLING, 1986; ZIMMERMAN, 1979).

É de se esperar, assumindo a racionalidade do agente, que este esteja interessado em maximizar seu “bem estar” (seus ganhos), o que significa dizer que o agente pode executar

---

<sup>4</sup> O termo “alocação de custos” é apresentado neste trabalho segundo a definição de Horngreen, Foster e Datar (2000, p. 19): “[...] os custos que são alocados a um objeto de custo são denominados de custos indiretos”, o que se contrapõe à “apropriação direta do custo”.

atividades e consumir recursos em ações que não trazem, necessariamente, a maximização do resultado do principal.

Por esse motivo, o principal é impelido a criar mecanismos de controle e de recompensas para os agentes. O intuito é desencorajar decisões que, por um lado, tragam benefícios para os agentes e, por outro, resultem apenas em despesas para o principal.

O conflito entre os interesses do principal e do agente ocorre por diversos motivos, dentre eles:

- 1) a diferença no nível de tolerância ao risco: os agentes são, em geral, menos tolerantes ao risco, o que os leva a tomar decisões mais conservadoras comparadas àquelas tomadas diretamente pelo principal;
- 2) o horizonte de trabalho: o agente costuma incorporar em suas decisões uma visão de curto prazo, e isso ocorre porque o agente pretende abandonar a empresa antes do principal.

Para reduzir os custos totais incorridos com o problema de agência<sup>5</sup>, as empresas são forçadas a implementar políticas como: aumentar os gastos com segurança para evitar roubos, aumentar o número de supervisores, implementar sistemas de informações contábeis e gerenciais para avaliação de resultado e cálculo do valor dos estoques, dentre outras.

Todavia, os investimentos em controles são realizados até certo nível. Jensen e Meckling (1976) afirmam que a **perda residual**, diferença entre o resultado obtido pela decisão tomada pelo agente e o que poderia ser atingido pela melhor decisão, sob a perspectiva do principal, existe porque o **custo de implementação de novos controles** para delinear os limites da tomada de decisão por parte dos agentes é **maior do que o benefício de implantá-los**. Ou seja, nem todo comportamento contraproducente dos agentes, sob a ótica do principal, é eliminado pela implementação de controles. E isso ocorre pela análise do custo-benefício de implantação de sistemas de controle.

O sistema de informação gerencial, em especial o sistema de alocação de custos, tem um papel importante na minimização dos custos de agência, pois a forma como é alocado o custo para as unidades organizacionais altera os resultados dos agentes, causa impacto no valor de suas recompensas e, por conseguinte, altera seu comportamento.

Os gestores das unidades possuem orçamentos e objetivos. Seus ganhos serão obtidos pela capacidade de gerenciamento desses recursos e pela capacidade de completar certos objetivos (ZIMMERMAN, 1979).

---

<sup>5</sup> Maiores detalhes sobre a composição dos custos de agência podem ser obtidos em Jensen e Meckling (1976).

## 2.2 Teoria Positiva da Alocação dos Custos

No entanto, o comportamento do gestor de uma unidade não é, exclusivamente, governado por ganhos monetários. Existem outros fatores “sociais” que estimulam o seu comportamento em relação ao consumo de recursos: número de subordinados, sala própria com mobília diferenciada, horas de trabalho por dia, dentre outros.

Assim, pressionado por um orçamento, e de acordo com sua função utilidade, o gestor faz escolhas sobre a quantidade de recursos de cada insumo necessário para sua produção. Significa que, nos casos em que a utilidade do agente não depende exclusivamente de fatores financeiros, este pode optar por trocar uma parcela da produção possível (lucro para o principal) pelo consumo de alguns insumos que aumentam sua utilidade (contratação de novos funcionários, aquisição de novos equipamentos, nova mobília etc.).

Zimmerman (1979) descreve um exemplo no qual um gestor é forçado a escolher entre a maximização do lucro da empresa ou a maximização da sua função utilidade. Para criar esse exemplo, o autor assumiu que:

- a lucratividade, até certo nível, sofre influência positiva com os gastos incorridos com as prerrogativas<sup>6</sup>. Nessa faixa, ocorre que o custo marginal é menor do que o valor marginal do produto;
- a lucratividade da empresa diminui com o consumo excessivo de prerrogativas. Nesse caso, o custo marginal está sendo superior ao valor marginal do produto;
- assume-se que a função utilidade do gestor é função da lucratividade da empresa (ou centro de lucro) e dos gastos com prerrogativas. Em outras palavras: como o gestor não pode fazer o que gostaria com seu orçamento, ele troca parte da sua utilidade por maiores lucros, assumindo que haja substitutos fora da empresa para as prerrogativas que desejaria possuir e que o agente pode adquiri-las depois. O que o agente está fazendo é trocar o aumento do seu ganho monetário (aumento do ganho proveniente da participação nos resultados) pela diminuição dos gastos com as prerrogativas;
- para o agente, a relação entre o lucro da empresa e os gastos com prerrogativas resultam em curvas de indiferença convexas a partir da origem<sup>7</sup>. As curvas mais distantes da origem representam maior utilidade para os agentes;

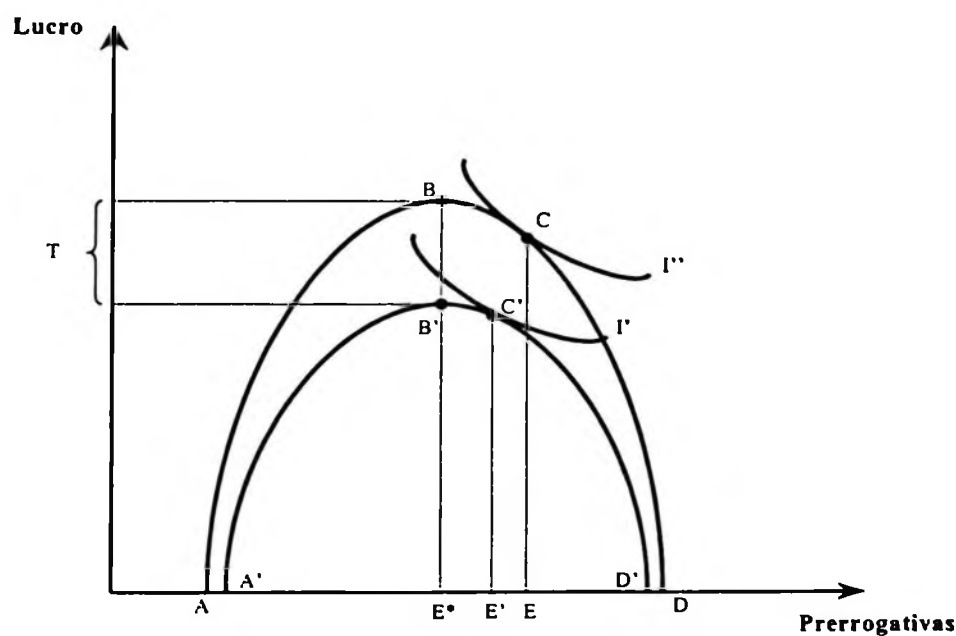
---

<sup>6</sup> Como em Zimmerman (1979), denominou-se de “prerrogativas” os gastos com insumos que maximizam a função utilidade do gestor (agente); esses gastos estão ligados ao status do cargo.



- o formato da curva de indiferença depende do equilíbrio percebido pelo agente entre o lucro e os gastos com as prerrogativas (já que a utilidade é única para cada indivíduo). Esse equilíbrio é analisado pelo agente a partir da análise da política de participação nos resultados praticada pela empresa, o que, em outros termos, representa a forma como a empresa definiu que serão distribuídos os lucros.

Matematicamente, pode-se representar a função utilidade como tendo dois argumentos,  $u_i(\ell, \rho)$ , que indicam que a utilidade do agente ( $i$ ) é calculada pelo equilíbrio entre as trocas do valor de lucro ( $\ell$ ) e os gastos com prerrogativas ( $\rho$ ) que o agente escolhe fazer. A Figura 2 demonstra as curvas de indiferença do agente:



**Figura 2 - Custos Indiretos como Limitadores dos Gastos Discricionários**  
 Fonte: Adaptado de Zimmerman (1979, p.508)

A Figura 2 é uma representação da curva de produção possível ( $ABCD$ ) que relaciona o valor do lucro com o consumo de um bem considerado pelo agente como uma prerrogativa (por exemplo, o número de funcionários ou o consumo de serviços internos de TI). A figura mostra que o lucro da empresa é maximizado pelo nível de gasto de prerrogativas  $E^*$ . As curvas de indiferença do agente são representadas por  $I'$  e  $I''$ .

<sup>7</sup> Maiores detalhes em Bilas (1987).

O agente, nesse caso, não irá escolher o nível de consumo de prerrogativa que maximiza o lucro da empresa ( $E^*$ ). Pelo contrário, é levado pela sua função utilidade, que engloba questões relacionadas a status e não apenas fatores financeiros, a avaliar a possibilidade de troca entre uma parcela do lucro pelo consumo maior de prerrogativas, por exemplo, no ponto  $C$ , no qual o agente encontra  $E > E^*$ .

O principal pode incorporar diversos mecanismos de monitoramento do nível de consumo das prerrogativas: relatórios periódicos de consumo, acompanhamento do orçamento de despesas, comparativos de consumo entre os agentes, dentre outros. Contudo, já se sabe que esses mecanismos somente serão empregados até o limite em que o custo marginal de implementação for igual ou inferior aos benefícios trazidos para o principal. É improvável que o consumo discricionário de prerrogativas seja eliminado pela incorporação de controles.

A **alocação de custos** é colocada por Zimmerman (1979) como um instrumento simples que limita o consumo discricionário de recursos. Imagina-se que, após a alocação dos custos indiretos ( $T$ ), a curva que indica a fronteira de lucro possível ( $ABCD$ ) para o centro de resultado passe a ser ( $A'B'C'D'$ ). Isso reduz a possibilidade de lucro para o agente, e uma nova relação de equilíbrio precisa ser estabelecida, levando em consideração a função utilidade do agente ( $u_i(\ell, \rho)$ ).

Como a estimativa de retorno financeiro feita pelo agente foi alterada pela alocação de custos indiretos, este é motivado a deslocar o consumo discricionário de prerrogativas.

Vale ressaltar que existe um pressuposto forte nessa teoria que é a presunção de que a utilidade do agente pode ser encontrada ou complementada fora da empresa e, acima de tudo, pode ser adquirida com o valor monetário conseguido com a participação nos lucros da empresa<sup>8</sup>.

Sendo assim, levando em consideração sua perspectiva de resultado, o agente desloca o consumo de recursos discricionários de  $E$  para  $E'$ , e isso faz com que o nível de consumo do agente aproxime-se do nível  $E^*$  que, conforme evidenciado, maximiza a utilidade do principal.

Portanto, nessa teoria, a alocação dos custos indiretos funciona como um mecanismo de indução de comportamentos que maximizam a utilidade do principal e diminuem os custos de agência.

---

<sup>8</sup> A taxa marginal de substituição é o montante de moeda a ser cedido para se obter uma unidade a mais de prerrogativas, mantendo o mesmo nível de utilidade (BILAS, 1987 p.123).

### 2.3 O Conceito de Externalidades e a Alocação de Custos

Além do já comentado sobre os benefícios a ser alcançados com a alocação de custos (primeiro estágio de alocação de custos), deve-se enfatizar que é possível utilizá-la de modo a incentivar a economia de determinados recursos.

Suponha-se a existência de um centro de resultado  $i$  com uma meta de produção  $P$ , e que, para atingir essa meta de produção  $P$ , pode-se combinar, dentre outros, dois tipos de recursos ( $a$  e  $b$ ). Admita-se ainda que esses recursos sejam consumidos de forma complementar, ou seja, quanto mais recurso  $a$  o centro de resultado  $i$  utiliza, menor é a quantidade do recurso  $b$  necessária para  $i$  atingir o mesmo nível de produção  $P$ .

Em uma situação como essa, a **alocação de custos** pode funcionar de forma similar ao que ocorre com os **impostos**. É possível utilizar a alocação dos custos como mecanismo de inibição do consumo de determinado recurso, como acontece, por exemplo, com a cobrança de impostos elevados para desestimular o consumo de cigarros (ZIMMERMAN, 2000 p. 323).

Complementando o exemplo, suponha-se que o recurso  $a$  tenha um custo unitário médio estimado de \$2.900,00 e o custo unitário médio estimado do recurso  $b$  seja de \$1.500,00. Sabe-se, ainda, que a empresa gostaria de inibir o consumo do recurso  $a$ , pois esse recurso, além de mais caro, exige esforços redobrados da estrutura administrativa para sua gestão e controle. Por isso, a empresa decide alocar os custos indiretos pela quantidade do recurso  $a$  consumido em cada um dos centros de resultado (como ocorre com a alocação de custos pelo número de funcionários, números de equipamentos etc.). A taxa de custos indiretos a ser aplicada é de \$1.000,00 por unidade do recurso  $a$ .

Tabela 1 – Alocação de Custos Indiretos Inibindo Consumo

Recurso A (Unid)	Recurso B (Unid)	Custo Total (Antes da Alocação)	Custo Total (Depois da Alocação)
50	190,00	430.000	480.000
51	187,04	428.460	479.460
52	184,21	427.115	479.115
53	181,51	425.965	<b>478.965</b>
54	178,93	424.995	478.995
55	176,46	424.190	479.190
56	174,10	423.550	479.550
57	171,83	423.045	480.045
58	169,65	422.675	480.675
59	167,56	422.440	481.440
60	165,54	422.310	482.310
61	163,60	<b>422.300</b>	483.300
62	161,73	422.395	484.395

A Tabela 1 demonstra que, dentre as opções de consumo de recursos existentes para o centro de resultado  $i$ , a que resulta em um menor valor, ou seja, que maximiza o seu resultado, é a opção que combina 61 unidades de  $a$  e 163,60 unidades de  $b$ .

Todavia, sob a ótica da empresa, o uso do recurso  $a$  deve ser inibido e, para isso, a companhia pode valer-se da alocação de custos. Quando isso acontece, a empresa cria uma “taxa” sobre a utilização do recurso  $a$ , e isso ocorre pelo fato desses recursos trazerem uma série de gastos para a companhia, além dos diretos, que não são percebidos pelos gestores dos centros de resultados que o utilizam. Isso ocorre se esses gastos (não percebidos) estiverem centralizados em centros de custos que prestam serviços internos para toda a companhia, como Recursos Humanos, Tecnologia da Informação, Compras, dentre outros.

Na Tabela 1, é possível perceber o efeito da utilização da alocação de custos para o gestor do centro de resultado  $i$ . Depois da alocação dos custos, a melhor opção para se atingir a produção  $P$  é a que resulta da combinação de 53 unidades de  $a$  e 181,51 unidades de  $b$ .

Assim, um dos motivos pelos quais as empresas decidem alocar custos para as unidades relaciona-se ao fato de que as unidades descentralizadas não percebem o impacto causado pelas suas decisões sobre o consumo total de recursos em toda companhia.

Os impactos sentidos pelas demais unidades da companhia, em função de decisões tomadas por um ou mais centros de custos/resultados, são chamados **externalidades**. As externalidades ocorrem quando uma unidade deve arcar com um aumento de custos (ou de resultado) por conta de decisões tomadas por outras unidades.

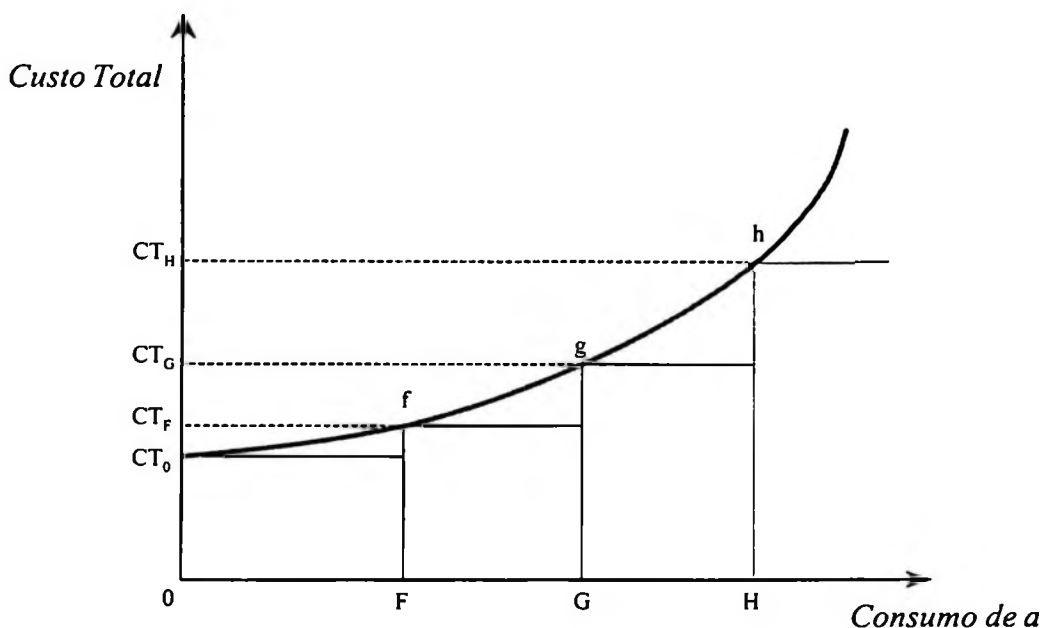
As externalidades podem ser positivas ou negativas: as positivas referem-se à decisões de uma unidade que resulta na melhoria do resultado de outras unidades, e as negativas, ao contrário, pioram o resultado das demais unidades.

As externalidades são difíceis de ser observadas pelos gestores de unidades descentralizadas. Isso porque o preço pago para utilizar um recurso não carrega os demais gastos necessários para mantê-lo dentro da companhia, já que tais gastos estão centralizados em departamentos administrativos. Então, a alocação de custos funciona como um substituto para esses demais custos não observados pelos gestores.

Entretanto, existe um limite a ser obedecido na alocação de custos por parte das unidades administrativas da companhia. Zimmerman (2000, p. 324) discute esse aspecto da alocação de custos e estabelece um limite de valor para nela ser utilizado.

Para um melhor entendimento de como isso ocorre, suponha que o recurso  $a$  exija um tempo de gestão de uma unidade de apoio administrativo  $j$ . Os custos dessa área são

estritamente fixos, no entanto, a utilização de quantidades cada vez maiores do recurso  $a$  leva a uma degradação natural do serviço prestado por  $j$ . Isso faz com que  $j$  adquira novos recursos para que possa restabelecer a qualidade na prestação de serviços. Esse comportamento faz com que os custos de  $j$  saltem de um nível a outro, conforme demonstrado na Figura 3.

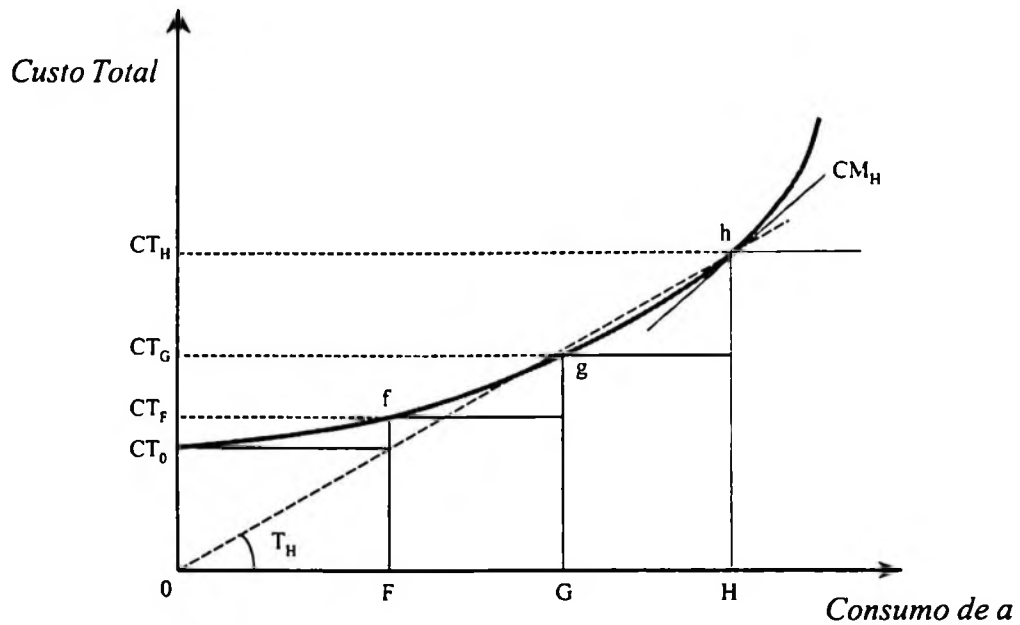


**Figura 3 - Comportamento dos Custos Fixos pelo Aumento da Demanda de Serviço**  
 Fonte: Adaptado de Zimmerman (2000, p.325)

A curva da Figura 3 representa a suavização da curva do custo total da unidade  $j$ , prestadora de serviço. À medida que aumenta o consumo do recurso  $a$ , existe uma degradação natural do serviço prestado por  $j$  (demora na resposta de solicitações, erros pelo acúmulo de trabalho, aumento do absenteísmo causado pelo *stress* dos funcionários etc.). Essa degradação do serviço é representada pela diferença entre a curva (suavizada) de custo total e o custo apresentado pela contabilidade de custos (custo intervalar). Essa diferença corresponde ao custo de oportunidade de aumento ou não dos recursos consumidos pelo departamento em contrapartida da aceitação da degradação do serviço de  $j$ .

As externalidades pelo aumento do consumo do recurso  $a$  são representadas pela degradação do serviço de  $j$  ou pelo aumento dos recursos consumidos por  $j$  para suportar o aumento de trabalho.

Apesar disso, o departamento  $j$  não pode alocar o seu custo sem antes tomar alguns cuidados. Esses cuidados passam pela análise do custo marginal ( $CM$ ) de  $j$ , representado pela inclinação da curva do custo total.

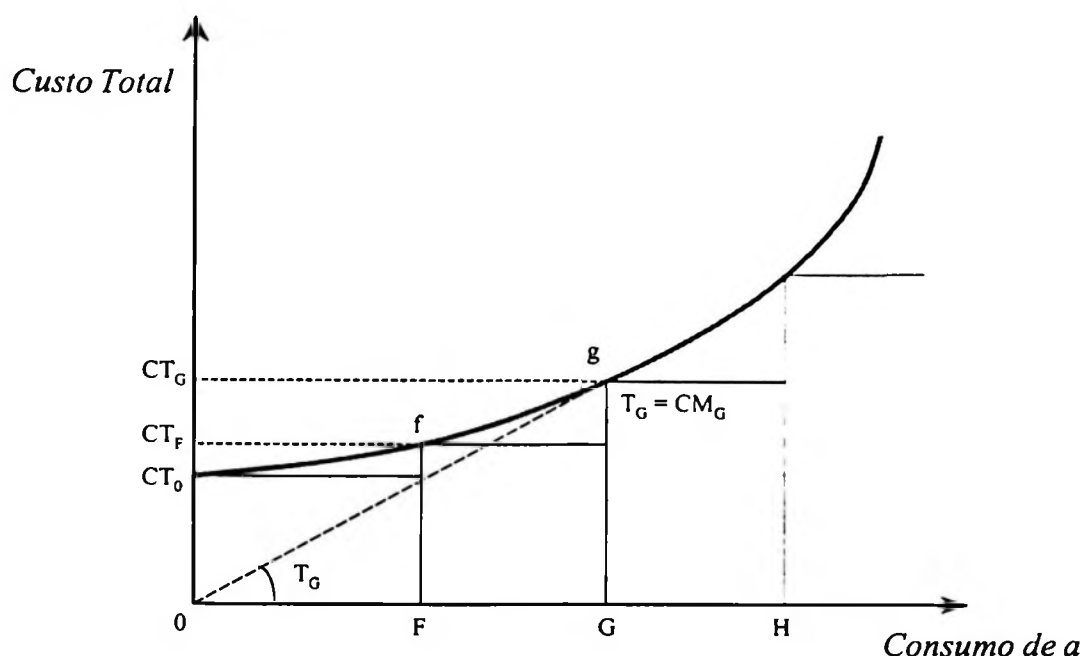


**Figura 4 - Custo Marginal maior que a Taxa de Alocação de Custos**  
 Fonte: Adaptado de Zimmerman (2000, p.326)

Na Figura 4, tem-se uma situação indicando que a Taxa de Alocação de Custos de  $j$  é inferior ao custo marginal imposto pelo aumento do consumo de  $a$ . Isso significa que:

$$T_H = \frac{CT_H}{H} < CM_H$$

Ou seja, o custo total de  $j$  dividido pelo volume do recurso  $a$  utilizado ( $H$ ) é menor do que o custo marginal de  $j$  para atender o aumento da demanda do recurso  $a$ . Nesse caso, a empresa decide alocar os custos de  $j$  por um motivo simples: é melhor sensibilizar os departamentos usuários de parcela dos custos das externalidades que eles geram do que não alocar nada.



**Figura 5 - Custo Marginal igual a Taxa de Alocação de Custos**  
 Fonte: Adaptado de Zimmerman (2000, p.327)

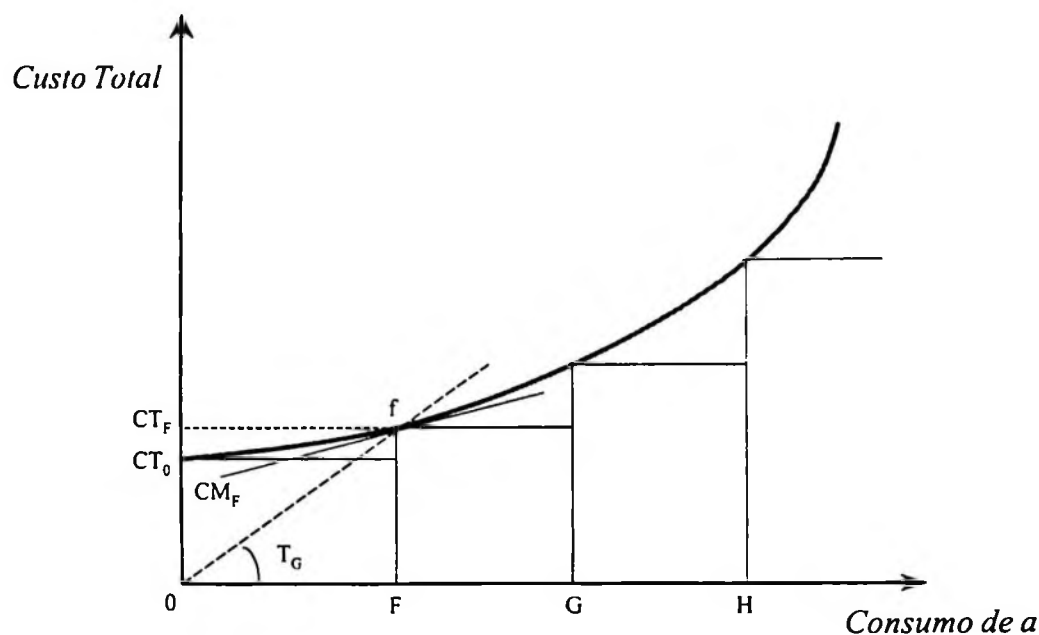
A Figura 5 ilustra uma outra situação que pode ocorrer: a inclinação da curva do custo total no ponto G equivale exatamente à tangente da curva no ponto G. Isso é, o custo marginal de gerenciar um novo recurso  $a$  pelo departamento  $j$  no ponto G equivale à taxa de alocação de custo calculada no ponto G, ou seja:

$$T_G = \frac{CT_G}{G} = CM_G$$

Nesse caso, o departamento  $j$  deve alocar os custos para os usuários do serviço de acordo com a quantidade dos recursos  $a$  por usuário, visto que esse valor equivale exatamente ao que é consumido em  $j$  para gerenciar cada recurso  $a$ .

Outra situação possível é a de o custo marginal ser inferior ao aumento dos custos no departamento  $j$ , ou seja, houve um super dimensionamento do departamento  $j$ , como no ponto F, no qual existe uma parcela da capacidade de  $j$  que não está sendo utilizada.

Nesse caso, a taxa de alocação de custos no ponto F não deveria ser utilizada para sensibilizar os departamentos usuários do serviço, já que esse custo é superior ao valor da externalidade que eles causaram. Se a alocação de custos vier a ser feita nesses moldes, pode trazer mais prejuízos do que benefícios, uma vez que os usuários tenderiam a diminuir o consumo do recurso  $a$  para um nível aquém do necessário. A Figura 6 ilustra essa situação:



**Figura 6 - Custo Marginal menor que a Taxa de Alocação de Custos**  
 Fonte: Adaptado de Zimmerman (2000, p.327)

Zimmerman (2000, p. 328), tendo por base as Figuras 4 a 6, comenta que não existe uma regra única a ser assumida como verdade do tipo “sempre alocar os custos” ou então “nunca alocar os custos”. A decisão da alocação de custos depende do formato da curva de custo do departamento de suporte e em que ponto da curva a empresa está.

Apesar do conhecimento do custo marginal ser, geralmente, difícil de ser obtido sem estudos específicos, os seguintes fatos ocorrem em todas as curvas de custos:

- 1) o custo marginal é igual ao custo médio quando este é mínimo (ponto G);
- 2) o custo marginal é maior que o custo médio quando este está aumentando (ponto H);
- 3) o custo marginal é inferior ao custo médio quando este está diminuindo (ponto F).

Assumindo que essas proposições estejam certas, a decisão de alocar os custos está relacionada ao conhecimento da curva de custo e do comportamento do custo médio, não do valor do custo marginal.



### 3 TEORIA DOS JOGOS

A Teoria dos Jogos (TJ) é uma abordagem matemática cuja finalidade é a modelagem e solução de diversas situações de conflito e/ou cooperação.

Myerson (1997, p. 1) afirma que a “Teoria dos jogos fornece técnicas matemáticas para análise de situações em que dois ou mais indivíduos tomam decisões que influenciam mutuamente seu bem-estar”.

Em linhas gerais, a TJ fornece subsídios para descrever o comportamento dos “jogadores” em uma situação de conflito no que se refere à suas escolhas (decisões) e aos resultados que elas geram, quando esses mesmos jogadores estão cientes de que suas ações interferem em seus “ganhos”, já que desencadeiam as reações dos demais “jogadores”.

Um “jogo” é caracterizado pelo fato de envolver tomadores de decisão com vários objetivos que, no entanto, possuem destinos entrelaçados. Isso é, os muitos resultados: níveis de lucratividade, por exemplo, que apesar de dependerem em parte da forma como uma empresa decide competir (e sobre isso a empresa tem total influência), existem inúmeras ações possíveis para as competidoras e sobre as quais a empresa tem pouca ou nenhuma influência, mas que interferem em seus resultados (SHUBIK, 1964).

Um **jogo** é formado por dois ou mais participantes denominados **jogadores**. Cada jogador possui um conjunto de **estratégias** e, ao escolher uma dentre todas as estratégias possíveis, faz com que os outros jogadores tomem suas decisões. A união das escolhas dos jogadores cria uma **situação** para o jogo. Cada participante possui uma relação de preferência para cada situação possível do jogo, ou seja, cada jogador possui um valor de **utilidade** para cada situação do jogo.

Em outras palavras, pode-se afirmar que cada jogador possui uma função utilidade que atribui um número real (seu ganho no jogo) para cada uma das situações possíveis de um jogo.

Os jogadores nunca fazem suas escolhas sem levar em consideração os próximos movimentos de seus competidores. A antecipação dos movimentos dos demais tomadores de decisão permite a criação de perspectivas sobre as próximas situações do jogo, que, por sua vez, permitem o cálculo dos **ganhos** esperados (*payoffs*) para cada jogador.

As **estratégias** dos jogadores podem ser definidas como sendo os movimentos que estes pretendem realizar até o fim do jogo. A estratégia (decisões/escolhas) adotada pelo jogador (como em uma estratégia de negócios) deve incorporar a possibilidade de caminhos alternativos, em caso de contingências impostas por uma situação de jogo desfavorável.

Outro elemento essencial em um jogo é sua **regra**. Cada jogador é possuidor de recursos. As regras do jogo definem como podem ser utilizados os recursos de cada jogador. Em um jogo de cartas, por exemplo, cada jogador tem o domínio de uma quantidade de cartas (recursos), e as regras definem em que momento e de que forma estas podem ser utilizadas para se atingir um objetivo nesse jogo.

Os **resultados do jogo** ou **ganhos** dos jogadores irão depender das estratégias escolhidas (é possível também que eventos fora de controle dos jogadores possam interferir no resultado do jogo, alterando seus ganhos). Em jogos envolvendo empresas, os resultados são expressos geralmente em dinheiro, sendo uma boa medida de aproximação dos ganhos de cada jogador.

A seguir, são introduzidas algumas notações utilizadas neste trabalho quando da descrição de um jogo. O conjunto de jogadores é representado pelo conjunto  $N = \{1, 2, \dots, n\}$ ; por simplificação, assume-se que é um conjunto finito. Cada jogador  $n \in N$  possui um conjunto de estratégias, denominadas **estratégias puras**. O vetor  $s = \{s_{n1}, s_{n2}, \dots, s_{nm}\}$  representa as estratégias puras do jogador  $n \in N$ , sendo  $m \geq 2$ . O conjunto formado por todas as estratégias dos jogadores é denominado **espaço de estratégias puras** do jogo. O espaço é definido pelo produto cartesiano:

$$S = \prod_{i=1}^n S_i = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n$$

Para cada participante do jogo existe uma função utilidade<sup>9</sup>, que associa um ganho real a cada estratégia pura:

$$u_i : S \rightarrow \mathfrak{R}$$

A função utilidade é, em última análise, a representação numérica das preferências de um indivíduo em relação aos objetos analisados. Em outras palavras, a função utilidade associa um número (no conjunto dos números reais) a cada opção dos jogadores, sendo que esse número representa o grau de atratividade da opção para cada jogador.

Desse modo, pode-se afirmar que a utilidade de uma estratégia equivale a:

$$s \mapsto u_i(s) \quad \forall s \in S$$

Tem-se também o conjunto de ganhos que dependem das estratégias puras escolhidas pelos jogadores. Denomina-se  $X$  o conjunto de ganhos possíveis:

$$X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

---

<sup>9</sup> Ver Apêndice 1.

Para Davis (1973, p.16), existem duas questões fundamentais a serem respondidas sobre qualquer jogo:

- 1) Como deverão se comportar os jogadores?
- 2) Qual deve ser o resultado último do jogo?

As duas perguntas podem ser respondidas quando se encontra a **solução** para o jogo. No entanto, a “solução” de um jogo depende das características do próprio jogo, como por exemplo, qual o poder de um conjunto de jogadores em determinar o resultado do jogo, considerando que os demais jogadores estarão contra eles? Os demais jogadores estarão realmente contra todos os jogadores ou o jogo permite que se façam acordos entre os jogadores?

As respostas para essas perguntas e para as seguintes devem fazer parte das regras do jogo:

- 1) Até que ponto os jogadores podem comunicar-se entre si?
- 2) Os jogadores podem assumir acordos entre si?
- 3) Os ganhos obtidos no jogo podem ser repartidos com outros jogadores?
- 4) Qual é a relação formal (causal) entre as ações dos jogadores e o resultado do jogo (definição da matriz de ganhos)?
- 5) Quais as informações de que os jogadores podem dispor?

Existe uma infinidade de classificações para os diversos tipos de jogos, e cada uma delas responde de forma diferente as questões acima relacionadas. Contudo, neste trabalho, o interesse está dirigido a um tipo especial de jogo: os **Jogos Cooperativos**.

Os jogos cooperativos caracterizam-se pelo fato de permitirem a comunicação entre os jogadores, bem como a coalizão (acordos) entre estes para se obter vantagens maiores do que se “jogassem” sozinhos. Além dos jogos cooperativos existem outros jogos, como os **Jogos Estritamente Competitivos** ou **Jogos de Soma Constante**. Nesse tipo de jogo, a soma dos *payoffs* dos jogadores é sempre a mesma. Um dos jogos mais conhecidos de **Soma Constante** são os **Jogos de Soma Zero**. Nesses jogos, a soma dos ganhos dos jogadores é sempre zero, ou seja, o ganho de um jogador é igual à perda dos outros jogadores. Tais tipos de jogos são chamados **Jogos Não-Cooperativos**.

Ainda sobre as características dos jogos, existem alguns que permitem pagamentos laterais e outros os proíbem. Outro fator importante na classificação de um jogo é o nível de informação disponível para os jogadores (informação completa ou incompleta). Davis (1973, p. 17) acredita, no entanto, que a principal característica de um jogo é o número de jogadores, e é por isso que sua obra dedica-se a jogos de duas ou mais pessoas.

Em virtude das características e objetivos deste trabalho, o interesse concentra-se em jogos que permitam criar coalizões (cooperativos), que forneçam informação completa, que permitam pagamentos laterais e que sejam compostos por um número finito de jogadores (jogos de  $n$  jogadores).

### 3.1 Representação de um Jogo

Um jogo pode ser representado de três formas: a **forma extensiva** (em árvore), a **forma normal** (ou estratégica) ou sob a forma de **função característica** (ou coalizacional)<sup>10</sup>.

Cada uma dessas formas de representação possui um conjunto de informações distintas sobre o jogo. As duas primeiras formas de representação são utilizadas para descrever jogos não-cooperativos, e a terceira na descrição de jogos cooperativos (SHUBIK, 1964; BURGER, 1963).

A **forma extensiva** é uma demonstração gráfica de um jogo (Figura 7). A **seta** indica o ponto no qual tem início o jogo. Uma das alternativas em particular eleita por um dos jogadores em um dos pontos de decisão do jogo é chamada de **escolha**. Os ramos (ou segmentos de reta), que conectam dois vértices, indicam os caminhos que os jogadores podem tomar. Os **vértices finais** indicam, conforme a regra do jogo, os resultados dos jogadores. Em linhas gerais, quando se analisa um jogo, pretende-se determinar que caminho cada jogador decidirá tomar. Pressupõe-se, dessa forma, a existência de uma função ganho que relaciona um vetor de resultados  $x$  para cada um dos vértices finais do jogo (resultados).

A Figura 7 mostra uma representação de um jogo na forma extensiva. A descrição do jogo na forma extensiva permite que se enxergue o jogo de forma dinâmica, ou seja, é possível identificar quem jogará primeiro, quem será o próximo e assim por diante.

No caso, é representado um jogo de cartas no qual os jogadores depositam 1 centavo (cada um) em um pote. De um baralho previamente embaralhado, o jogador 1 escolhe uma carta (nesse baralho existe o mesmo número de cartas vermelhas e pretas) e a observa sem que o outro jogador possa vê-la. Então, o jogador 1 decide se irá aumentar a aposta ou mostrar sua carta para o jogador 2; se o jogador 1 mostrar sua carta ao jogador 2, o jogo acaba; caso a carta seja vermelha, o jogador 1 fica com o dinheiro; caso a carta seja preta, o dinheiro fica com o jogador 2.

---

<sup>10</sup> Maiores informações sobre os formatos de apresentação de um jogo podem ser obtidas em Myerson (1997), Owen (1995) ou Luce e Raiffa (1957).

Entretanto, se o jogador 1 decide aumentar a aposta ao invés de mostrar sua carta, o jogador 2 tem a chance de aumentar a aposta ou “passar” (desistir do jogo); no caso do aumento da aposta pelo jogador 2, o jogador 1 ganha se a carta for vermelha e o jogador 2 fica com o dinheiro se a carta for preta. Se o jogador 2 desiste do jogo, o dinheiro fica com o jogador 1, independentemente da cor da carta.

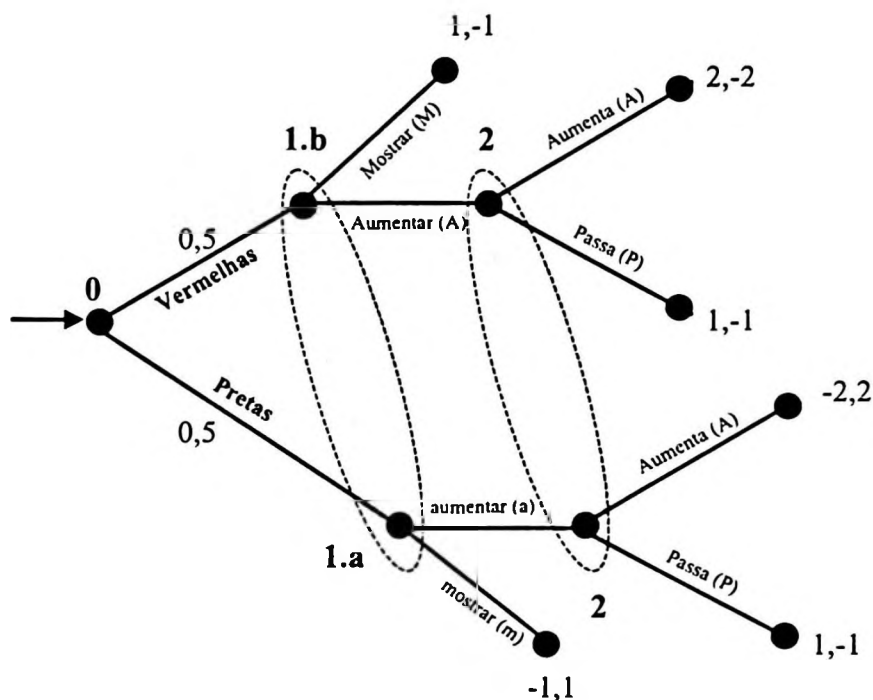


Figura 7 - Descrição do Jogo na Forma Extensiva  
Fonte: Adaptado de Myerson (1997, p. 38)

A representação de um jogo na **forma normal** (ou estratégica) é uma forma simplificada de se demonstrar um jogo. Os elementos necessários para demonstrar um jogo na forma normal são:

- 1) o conjunto de jogadores;
- 2) as opções disponíveis para cada jogador;
- 3) os ganhos gerados em cada uma das opções de escolha.

Demonstra-se, a seguir, como ficaria a descrição do jogo de cartas na forma normal. Para tanto, é necessário supor que os competidores estão interessados em planejar seus movimentos antecipadamente. O jogador 1, apesar de não saber qual será a cor de sua carta, está disposto a planejar seus movimentos no caso de escolher cartas vermelhas ou pretas.

Sabe-se que o conjunto de opções para o jogador 1 é  $J_1 = \{Aa, Am, Ma, Mm\}$ <sup>11</sup>. Isso significa que, como esse jogador não sabe qual carta escolherá, ele pode adotar a estratégia de, se a carta for vermelha, ele aumenta a aposta, se for preta, ele mostra a carta ( $Am$ ). Já o jogador 2 tem apenas duas opções de comportamento:  $J_2 = \{A, P\}$ , isso é, ou aumenta a aposta ou desiste do jogo (passa).

Não se pode afirmar com certeza qual será a cor da carta a ser retirada do baralho, nem as escolhas dos jogadores depois de retirada a carta. Todavia, é possível afirmar que, se a estratégia adotada pelo jogador 1 for aumentar a aposta (caso a carta seja vermelha), e mostrar a carta (caso seja preta) -  $Am$ , e que se o jogador 2 usar a estratégia aumentar a aposta -  $A$ , então, os ganhos esperados dos jogadores serão:

1) para o jogador 1:

$$u_1(Am, A) = 2 \times \frac{1}{2} + (-1) \times \frac{1}{2} = 0,5$$

2) para o jogador 2:

$$u_2(Am, A) = -2 \times \frac{1}{2} + 1 \times \frac{1}{2} = -0,5$$

Na primeira situação, tem-se a modelagem da possibilidade de ocorrência da carta vermelha na qual o jogador 1 irá aumentar a aposta de um para dois centavos e, como existe 50% de chance de sair uma carta vermelha, o valor esperado dessa situação é de  $1,0 (2 \times \frac{1}{2})$  que somado à expectativa de perda pela ocorrência da carta preta (na qual o jogador 1 mostrará a carta e perderá um centavo e que também possui 50% de chance de ocorrer) que é de  $-0,5 (-1 \times \frac{1}{2})$ , permite que o jogador 1 tenha a esperança de obter 0,5 utilizando a estratégia  $Am$ .

De forma semelhante, seria possível calcular os ganhos médios esperados para cada um dos jogadores para cada par de estratégias possíveis. A representação do jogo na forma normal é simplesmente a demonstração dos ganhos esperados nas diversas combinações de estratégias possíveis para os jogadores. A Tabela 2 apresenta os ganhos esperados para os jogadores.

<sup>11</sup> A opção  $Aa$  significa que o jogador 1 irá aumentar a aposta se a carta for vermelha (A) e aumentar se a carta for preta (a), a opção  $Am$  indica que o jogador 1 irá aumentar a aposta se a carta for vermelha (A) e mostrar a carta se ela for preta (m), observe os caminhos possíveis na Figura 7.

Tabela 2 – Representação Estratégica de um Jogo

Estratégias (Jogador 1)	Estratégias (Jogador 2)	
	A	P
Aa	0;0	1;-1
Am	0,5;-0,5	0;0
Ma	-0,5;0,5	1;-1
Mm	0;0	0;0

A **função característica** será demonstrada no contexto da descrição dos jogos cooperativos, realizada no tópico seguinte.

É importante, no entanto, depois de apresentados os conceitos iniciais sobre jogos e sua forma de representação, evidenciar que um jogo pode ser definido como: uma situação em que existem  $n$  jogadores; cada jogador ( $i$ ) é solicitado a selecionar uma das estratégias ( $s_i$ ) disponíveis para o jogador ( $i$ ), de acordo com as regras do jogo, no conjunto de estratégias disponíveis ( $S$ ). Dadas as escolhas de todos os jogadores, surge um **resultado**, cujo valor é determinado para cada jogador ( $i$ ); esse resultado é chamado de **ganho**. O **ganho** dos  $n$  jogadores será representado pelo conjunto  $X_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ .

### 3.2 Teoria dos Jogos Cooperativos

Nos jogos não-cooperativos, os jogadores são tomadores de decisão que agem independentemente uns dos outros, estando os jogadores impossibilitados de aceitarem compromissos com os demais jogadores (Jogos de Guerra, Jogos de Xadrez etc.).

Todavia, um jogo é dito cooperativo se os jogadores podem assumir acordos contratuais com os demais jogadores, e presume-se que tais acordos não podem ser quebrados. A grande diferença entre o jogo cooperativo e o jogo não-cooperativo corresponde à percepção dos jogadores da existência de ganhos a serem realizados por intermédio de coalizões, e os jogadores, agindo de forma racional, estarão dispostos a realizá-los.

Fang, Hipel e Kilgour (*apud* BILBAO, 2000 p. 2) desenvolveram uma forma de demonstrar a classificação dos tomadores de decisão utilizando o número de jogadores e o número de objetivos. A Tabela 3 descreve essa classificação.

Tabela 3 – Métodos para Tomada de Decisão

Número de Jogadores	Número de Objetivos	
	Um	Dois ou Mais
Um	Pesquisa operacional	Decisões com Multiobjetivos
Dois ou Mais	Jogos Cooperativos	Jogos não-cooperativos

Quando dois ou mais jogadores decidem se unir para tirar proveito de uma situação de jogo, tem-se uma **coalizão**, e é fundamental que esta seja levada em consideração no cálculo do valor a ser obtido por esse grupo de jogadores (ganho). O grande problema em jogos que envolvem coalizões é a forma como serão divididos esses ganhos ou perdas (receitas ou custos).

von Newman e Morgenstern (1944) foram os primeiros a criar um modelo matemático para a solução de situações de jogos com coalizões. Algum tempo depois, foram criadas diversas alternativas de solução desse tipo de jogo<sup>12</sup>.

Segundo Lucas (1981a, p. 3), um jogo cooperativo é formado basicamente por quatro partes. A primeira é a associação de um valor numérico para cada uma das coalizões possíveis entre  $n$  jogadores. A segunda é a existência de associações numéricas que descrevem um vetor de ganhos chamado de **imputação**, que representa todas as distribuições razoáveis para se dividir os ganhos entre os participantes de uma coalizão. A terceira é a escolha de critérios (axiomas) para se definir a imputação preferida pelos jogadores, mais justa ou a mais provável, dadas as reações em decorrência do jogo. A quarta é, com base nos critérios escolhidos, escolher no conjunto de imputação aquela distribuição que serve como solução para o jogo.

Cada uma dessas etapas pode ser identificada em qualquer um dos métodos de solução de um jogo cooperativo. Essas etapas podem ser demonstradas pela solução de jogos cooperativos sugerida por von Newman e Morgenstern (1944).

Como exemplificação<sup>13</sup>, supõe-se que três empresas (1, 2 e 3) estão em negociações para juntas implementarem um projeto que trará benefícios comuns aos participantes. Pode-se apresentar a **função característica** das possibilidades de cooperação da seguinte forma:

<sup>12</sup> Outros modelos matemáticos de solução de jogos cooperativos são descritos em Shapley (1953).

<sup>13</sup> Adaptado de Shubik (1964, p.45).



$$\begin{array}{lll}
 & v(\emptyset) = 0 & \\
 v(1) = 0 & v(2) = 0 & v(3) = 0 \\
 v(1,2) = 0,5 & v(2,3) = 0,5 & v(1,3) = 0 \\
 & v(1,2,3) = 1,0 & 
 \end{array}$$

A **função característica** de um jogo é a função  $v(S)$ , que associa um valor para cada subconjunto de jogadores. Em um jogo de  $n$  jogadores, a função característica terá  $2^n$  valores. No exemplo acima, três empresas possuirão oito possíveis resultados ( $2^3 = 8$ ).

Na primeira linha do exemplo, tem-se, simplesmente, a indicação de que uma coalizão sem jogadores (conjunto vazio) não gera ganho -  $v(\emptyset) = 0$ . A segunda linha da descrição do jogo informa que, sozinhos, os jogadores não são capazes de implementar o projeto -  $v(1) = 0$ ,  $v(2) = 0$  e  $v(3) = 0$ . As explicações para tal podem ser várias: falta de recursos, alto risco de implementação do projeto, baixo retorno do investimento, alto custo de implementação etc.

Na terceira linha, os dois primeiros valores indicam que a associação do jogador 2 com o jogador 1 ou com o jogador 3 gera um valor de 0,5. O fato da associação entre o jogador 1 e 3 não gerar valor indica que o jogador 2 é fundamental para que o projeto possa ser realizado.

Na última linha, representa-se o resultado caso haja a cooperação entre os três jogadores simultaneamente. Nesse caso, o valor atribuído é de 1,0.

Até então, cumpriu-se a primeira etapa de solução de um jogo cooperativo apresentada por Lucas (1981, p. 3); ou seja, cada coalizão possui um valor numérico associado a ela por uma função característica.

Sabe-se, no entanto, que qualquer **função característica**, como no exemplo, obedece a determinados axiomas:

- 1)  $v(\emptyset) = 0$ , que indica que um conjunto sem jogadores em coalizão (vazio) não gera valor algum;
- 2) existência da **superaditividade**, ou seja, dados dois conjuntos disjuntos ( $S \cap T = \emptyset$ ), então,  $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$ .

O primeiro demonstra que, obviamente, não se pode esperar obter ganhos causados por uma eventual coalizão entre jogadores sem que haja jogadores dispostos a realizar coalizões.

No segundo, tem-se a descrição da **superaditividade** de uma coalizão: se dois conjuntos de jogadores não possuem recursos em comum, é de se esperar que a união desses conjuntos seja capaz de gerar um valor no mínimo igual ao que seria gerado se eles não participassem da coalizão.

É fácil visualizar essa característica no exemplo das três empresas:

$$v(1,2) = 0,5 > v(1) + v(2) = 0$$

A união (ou coalizão) entre as empresas 1 e 2 gera um ganho de 0,5 maior do que os ganhos que seriam gerados se as empresas decidissem agir isoladamente.

Suponha-se que fosse imputado um valor a cada um dos jogadores (empresas 1 e 2, por exemplo); essa imputação iria representar a distribuição dos valores conseguidos pelas coalizões. A imputação, em todos os casos, deverá ser maior do que o valor que o jogador conseguiria se não participasse de nenhuma coalizão.

Poderiam ser listadas diversas maneiras para distribuição do valor das coalizões do exemplo em questão (média simples, média ponderada etc.), as quais formam os vetores de resultado do jogo ou imputações. O conjunto de imputações factíveis para o jogo é descrito por Lucas (1981, p. 3) como sendo a segunda etapa de solução de um jogo cooperativo.

Contudo, a solução escolhida para o jogo das três empresas deve possuir as características definidas por von Newman e Morgenstern (1944), características essas descritas nos axiomas do **conjunto vazio** e **superaditividade**. Cumpre-se, assim, a terceira etapa para a solução de um jogo cooperativo.

Considere-se que a imputação  $\alpha(0,2;0,6;0,2)$  seja possível; resulta, então, que os jogadores 1 e 3 receberiam 0,2 pela coalizão, enquanto que o jogador 2 receberia 0,6.

Um conceito importante na solução proposta por von Newman e Morgenstern (1944) é o da **efetividade**. Um conjunto de jogadores  $S$  é **efetivo** para uma imputação  $\beta$  se os membros de  $S$  puderem em uma coalizão, independentemente dos demais jogadores, obter o mesmo valor que lhes é oferecido em  $\beta$ . Admita-se que esteja em análise a seguinte imputação  $\beta = (0,1;0,4;0,5)$ . O conjunto de jogadores  $(1,2)$  é **efetivo** para  $\beta$ , já que, se os jogadores 1 e 2 realizarem uma coalizão, independentemente do demais jogadores, serão capazes de gerar 0,5, o mesmo valor oferecido por  $\beta$   $(0,1 + 0,4)$ .

Uma imputação  $\beta$  **domina** uma imputação  $\gamma$  se existe um conjunto de jogadores  $S$  efetivo para  $\beta$  e todo jogador de  $S$  recebe mais em  $\beta$  do que em  $\gamma$ . Suponha-se  $\gamma = (0,05;0,3;0,65)$ : já foi evidenciado que os jogadores  $(1,2)$  são efetivos para  $\beta$ . Pode-se verificar que tanto o jogador 1 quanto o 2 recebem mais em  $\beta$  do que em  $\gamma$ . Se, no meio da negociação, for sugerido  $\gamma$  como forma razoável de se distribuir os valores obtidos pela coalizão dos três comerciantes, os jogadores 1 e 2 estarão em posição de rejeitar a proposta em favor de  $\beta$ .

O que se apresentou até aqui com o exemplo das três empresas ilustra o conceito de solução de um jogo cooperativo definido por von Newman e Morgenstern (1944), que consiste no **conjunto de imputações que não são dominadas por qualquer outra imputação**. Em outras palavras, a solução proposta pelos autores é um conjunto de **acordos possíveis** que não são dominados por nenhum acordo fora do conjunto e dominam todos os acordos fora dele. Nota-se que tal solução não identifica qual a solução preferida. É possível que sejam identificadas diversas imputações que satisfaçam as condições, porém, não é fornecido pelos autores nenhum instrumento de seleção de uma imputação entre as imputações viáveis.

A solução oferecida por von Newman e Morgenstern (1944) apóia-se na premissa de que não é uma imputação que trás equilíbrio ao jogo, mas sim um conjunto delas. Esse conjunto de imputações, chamadas de **soluções**, possui propriedades que trazem estabilidade para o jogo. Essas imputações são também denominadas de **conjunto estável** (LUCE e RAIFFA, 1957).

Destaca-se a importância do trabalho de von Newman e Morgenstern (1944), pois muitos dos conceitos desenvolvidos atualmente sobre Jogos Cooperativos devem bastante à obra seminal desses autores, considerados os fundadores da Teoria dos Jogos. A maior parte de seu trabalho é direcionada para a descrição e solução de jogos na forma coalizional.

Outra solução que se aproxima do conceito de solução dos autores supra mencionados é o conceito de **núcleo** (*core*). Para Sotomayor<sup>14</sup> (2004), o **núcleo** de um jogo é o conjunto de resultados factíveis que não são bloqueados por nenhuma coalizão. Equivalentemente, um resultado factível está no núcleo de um jogo se e somente se não for dominado por nenhum outro resultado factível via uma coalizão.

Os resultados no núcleo são estáveis, uma vez que não existe coalizão factível entre os jogadores que bloqueie os resultados existentes no núcleo, ou seja, os jogadores não têm

---

<sup>14</sup> Notas de aulas (Disciplina: Teoria dos Jogos) – Sotomayor, São Paulo, 2004.

incentivos para impor um resultado fora do núcleo. Sendo assim, núcleo é o conjunto dos resultados estáveis que inviabiliza os desvios dos subgrupos.

Retornando ao exemplo das três empresas, tem-se que:

$$\begin{aligned} v(\emptyset) &= 0 \\ v(1) &= 0 & v(2) &= 0 & v(3) &= 0 \\ v(1,2) &= 0,5 & v(2,3) &= 0,5 & v(1,3) &= 0 \\ v(1,2,3) &= 1,0 \end{aligned}$$

As imputações para esse jogo são os pontos  $(x_1, x_2, x_3)$ , tal que  $x_1 + x_2 + x_3 = 1,0$  e  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$  e  $x_3 \geq 0$ . Esses pontos dão origem a um triângulo com os vértices  $(1,0,0)$ ,  $(0,1,0)$  e  $(0,0,1)$ .

Para demonstrar a área que representa o núcleo do jogo, foi desenhado um triângulo no plano  $x_1 + x_2 + x_3 = 1,0$ , e colocadas para cada ponto nesse plano três coordenadas que somam sempre 1,0. Por essa razão, será simples traçar uma reta  $x_1 = 1$  ou  $x_1 + x_2 = 0,5$  etc. Logo, tem-se que:

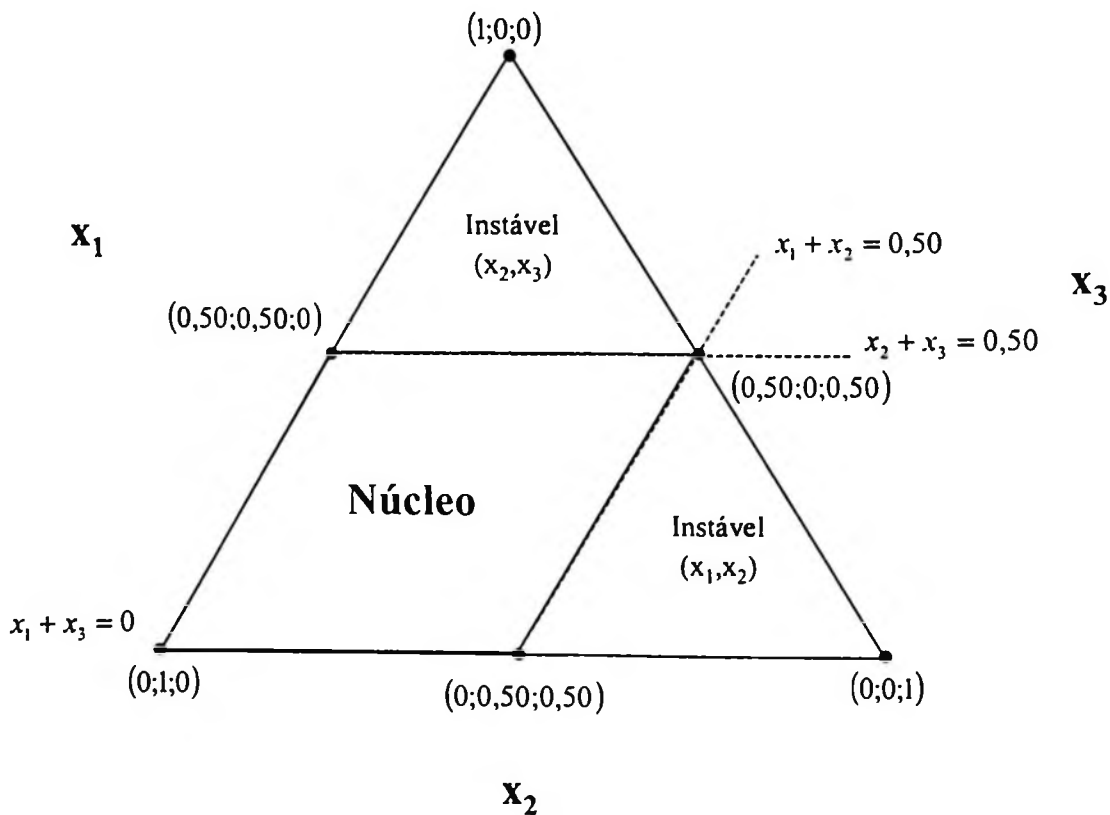


Figura 8 - Núcleo do Jogo

A Figura 8 mostra que qualquer distribuição do resultado desse jogo que gere valores inferiores a 0,50 para os jogadores 1 e 2 é uma imputação instável para o jogo, já que os jogadores possuem a possibilidade de coalizão que lhes gera um resultado de 0,50. Em outras palavras, essa é uma imputação que domina todas as imputações que geram valores inferiores a 0,50.

Percebe-se que o núcleo não é alheio às características dos jogadores (produtividade, capital disponível, capacidade de produção etc.). Isso está traduzido na função característica do jogo, que indica, nesse caso, que o jogador 2 possui recursos fundamentais para a geração de valor na coalizão. Por isso, o ponto (0;1;0) é considerado factível para esse jogo, já que nenhuma coalizão entre os jogadores 1 e 3 é capaz de gerar um valor maior que 0 (zero).

Enfim, o núcleo é o conjunto de distribuições do resultado do jogo (custo ou lucro) no qual nunca é vantajoso para qualquer um dos jogadores sair do grupo com o intuito de firmar uma outra coalizão.

### 3.3 Definição Axiomática dos Jogos Cooperativos

Myerson (1997, p.422) afirma que diferentes coalizões em um jogo de  $n$  jogadores podem tornar um jogo muito complexo; a simplificação com a suposição de **transferência de utilidade** é comumente utilizada na teoria dos jogos cooperativos.

A transferência de utilidade é medida por meio da transferência de um bem (dinheiro) e pode ser feita livremente entre os jogadores, tal que o ganho de cada um aumente a cada nova unidade monetária recebida nas coalizões.

Se a possibilidade de transferência dos ganhos for aceita, isso possibilita que um jogo cooperativo possa ser descrito por meio de uma **função característica**  $v$  que relaciona um número  $v(S)$  para cada coalizão  $S$ . Neste trabalho,  $v(S)$  representa o ganho da coalizão  $S$ , quantia de utilidade que pode ser transferida entre os membros de  $S$  e que  $S$  pode gerar sem a ajuda de jogadores não participantes de  $S$ . Uma função característica também pode ser chamada de **Jogo na Forma Coalizional** ou **Jogo Coalizional**.

A transferência de utilidade significa que as utilidades dos jogadores podem ser agrupadas e, a partir disso, poderá ocorrer uma redistribuição entre os jogadores da forma como estes definirem.

Enfim, sabe-se que, em um jogo cooperativo, os elementos de  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  são chamados de jogadores; os subconjuntos  $S \in 2^N$  representam o número de coalizões possíveis

em  $N$  e  $v(S)$  é o valor total obtido por  $S$ . A função  $v$  é chamada de função característica, que relaciona um número real a cada coalizão  $S$  ( $v: S \rightarrow \mathfrak{R}$ ) e representa o total de utilidade que os membros da coalizão  $S$  podem distribuir entre eles, sem que os demais jogadores possam fazer algo para alterar essa condição.

Sabe-se também que uma **imputação** é um vetor de resultados  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , que indica uma proposição de distribuição das quantias entre os jogadores, assumindo que o jogador  $i$  receberá  $x_i$ .

Toda imputação deve considerar a existência da **racionalidade coletiva**, que pressupõe que o grupo não está disposto a distribuir menos do que pode gerar, estando os seus componentes agindo em conjunto. Um vetor de resultados  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  cumpre a racionalidade coletiva se o valor dos ganhos distribuídos entre os participantes da coalizão for no mínimo igual ao valor obtido pela coalizão em análise ( $\sum_{i=1}^n x_i \geq v(S)$ ), característica mais conhecida como **eficiência**.

Da mesma forma, um jogador, analisado isoladamente, não está disposto a receber em uma coalizão  $S$  qualquer menos do que poderia conseguir agindo sozinho. Sendo assim, uma condição natural para qualquer imputação factível é a **racionalidade individual**. Um vetor de resultados  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  é individualmente racional se  $x_i \geq v(\{i\})$  para todo  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Além disso, outra característica intrínseca de uma imputação factível é que a quantia total distribuída entre os jogadores precisa ser igual ao valor total que poderia ser gerado caso todos os seus jogadores participassem de uma mesma coalizão ( $v(N)$ ). Essa característica é denominada de **Pareto Eficiente**.

A característica **Pareto Eficiente** significa que não há possibilidade de melhorar o resultado da distribuição dos ganhos entre os jogadores imposta pela racionalidade individual e pela racionalidade coletiva. Sendo assim,  $\sum_{i=1}^n x_i = v(N)$ .

A condição de **Pareto Eficiente** está relacionada ao fato de que se houvesse a possibilidade de melhoria no valor distribuído entre os jogadores que participam de  $S$ , essa nova coalizão seria buscada pelos seus integrantes ao invés da coalizão  $S$ . Ou seja, a coalizão  $S$  seria dominada pela nova coalizão  $S'$ . Desse modo, a entrada de um novo participante em  $S$  não altera os resultados individuais dos participantes de  $S$ . Em outras palavras, os

jogadores não estão dispostos a desperdiçar recursos, e toda utilidade estará sendo distribuída no final.

Pode-se concluir que **uma imputação é um vetor de distribuição de resultados que é ao mesmo tempo racional individualmente e coletivamente**. Considerando  $S = N$ , pode-se descrevê-la matematicamente da seguinte maneira:

$$\left\{ X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \mid \sum_{i \in N} x_i = v(N), x_i \geq v(\{i\}) \forall i \in N \right\}$$

O conjunto formado pela imputação dos ganhos entre os participantes da coalizão é formado por  $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , tal que o somatório dos ganhos distribuídos entre os participantes da coalizão é igual ao valor total do ganho ( $\sum_{i \in N} x_i = v(N)$ ), e o ganho a ser distribuído individualmente aos participantes não pode ser inferior ao que os jogadores obteriam se não entrassem na coalizão ( $x_i \geq v(\{i\}) \forall i \in N$ ).

O caso das três empresas, discutido anteriormente, poderia ser descrito da seguinte forma:

$$\left\{ (x_1, x_2, x_3) \mid x_1 + x_2 + x_3 = 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \right\}$$

O conjunto formado pelos valores dos ganhos distribuídos entre as empresas  $(x_1, x_2, x_3)$  é tal que o somatório dos ganhos distribuídos é igual a 1 ( $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ ) e os ganhos são, para todas as empresas, maiores ou iguais a zero ( $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$ ).

### 3.4 Valor de Shapley

Foram descritas até este ponto algumas metodologias utilizadas para se encontrar soluções para jogos cooperativos. No entanto, essas soluções estão direcionadas para a definição do conjunto de imputações estáveis. Ou seja, um conjunto de vetores de repartição do resultado do jogo (lucro ou custo) que não seriam questionados pelos integrantes da coalizão, já que estes não conseguiriam melhores resultados sozinhos ou mesmo em outra coalizão.

Todavia, essas soluções não apontam a repartição preferida pelos jogadores da coalizão  $S$ . Não há como definir, entre as imputações do conjunto apresentado pelas soluções, aquela que seria considerada a divisão mais “justa” entre seus participantes.

Neste tópico, apresenta-se o conceito de **valor**. O conceito de valor neste caso não deve ser confundido com o conceito de valor apregoado pela economia. Refere-se a uma

solução dos jogos na forma coalizional que aponta um único vetor de distribuição do ganho, chamado de **valor** ou **valor do jogo para cada jogador**.

Um dos principais conceitos de valor foi proposto por Shapley (1953), sobre o qual já foram desenvolvidos diversos aperfeiçoamentos para ajustar esses conceitos aos mais diferentes “jogos” da vida real<sup>15</sup>.

O valor representa a divisão do resultado do jogo entre os **diferentes** jogadores que compõem uma coalizão. O paradigma para se definir a divisão é que ela esteja diretamente associada ao **poder** dos diferentes jogadores, sendo o poder de um jogador medido pela **contribuição potencial** do mesmo na coalizão com os demais jogadores.

Isso significa que, caso se trate de distribuição de custos, por exemplo, aquele departamento que mais diminui o consumo de um recurso (diminui o custo da coalizão) deve receber a maior parcela do benefício pela economia. Da mesma forma, a empresa mais produtiva, com mais capital ou outro fator preponderante na construção do ganho da coalizão deve receber a maior parte desse ganho.

Segundo Eichberger (1993, p. 287), o conceito de valor apresentado por Shapley (1953) baseia-se em alguns conceitos avançados, chamados de **Axiomas**. Para a sugestão da forma de repartição dos ganhos ser aceita, deve obedecer a tais axiomas.

Para Eichberger (1993, p. 287), o que o surpreende na proposição de Shapley (1953) é o **pequeno número de requisitos** que, reunidos, formam a condição suficiente para definir uma repartição única (o valor ou **Valor de Shapley**) para um jogo na forma coalizional.

Identifica-se por  $\phi(v) \equiv (\phi_1(v), \phi_2(v), \phi_3(v), \dots, \phi_n(v))$  a função que define a repartição dos ganhos entre os  $n$  jogadores de um jogo na forma coalizional  $\Gamma = (N, v)$ . Cada uma das alocações  $\phi(v)$  segue os três axiomas definidos por Shapley (1953):

- 1) Simetria;
- 2) Eficiência;
- 3) Aditividade.

A **Simetria** pode ser entendida por um exemplo simples. Dados dois jogadores  $i, j \in N$  que contribuem da mesma forma para a coalizão  $S$ , então tem-se  $v(S \cup \{i\}) = v(S \cup \{j\})$  para todo  $S \in 2^N$ , o que indica que  $\phi_i(v) = \phi_j(v)$ .

---

<sup>15</sup> Maiores detalhes em Roth (1988).



Nesse axioma, Shapley determina que todo jogador que possui a mesma contribuição potencial (contribuição marginal) na coalizão de que participa deve receber a mesma quantia na repartição do resultado do jogo.

O axioma da **Eficiência** afirma que a função de repartição dos resultados  $\phi(v)$  distribui o ganho total do jogo, ou seja:  $\sum_{i \in C} \phi_i(v) = v(C)$ . Esse axioma definido por Shapley (1953) refere-se ao conceito de **Pareto Eficiente**, já comentado anteriormente, que rejeita qualquer alocação que proporcione oportunidade de melhoria para um jogador sem perda para um outro.

No axioma da Eficiência, incorporou-se a definição do jogador *dummy*. Todavia, antes de se definir esse jogador, é importante conhecer o conceito de *carrier*. Para um jogo na forma coalizional  $\Gamma = (N, v)$ , o *carrier* é a coalizão  $C \in 2^N$ , tal que, para todo  $S \in 2^N$ ,  $v(S) = v(S \cap C)$ .

Assim, o *carrier* pode ser descrito como o grupo de jogadores com habilidade (recursos, capital, tempo etc.) de gerar o ganho ou adicionar valor à coalizão. Os jogadores que estão fora do *carrier* e pertencem à coalizão  $S$  não possuem influência sobre o resultado do jogo, já que não contribuem em nada para a coalizão.

Um **Jogador dummy** é aquele que não contribui para alterar o valor da coalizão. Sendo assim, esse jogador, no momento da distribuição (que considera a contribuição marginal de cada jogador no ganho proporcionado pela coalizão), acaba não recebendo qualquer valor. Se  $v(S \cup \{i\}) - v(S) = 0$ , então  $\phi_i(v) = 0$ .

Por fim, tem-se o axioma da **Aditividade**<sup>16</sup>. Quando dois jogos independentes são combinados, seus resultados precisam ser somados jogador a jogador. Se  $v$  e  $u$  são funções características, então  $\phi(v + u) = \phi(v) + \phi(u)$ .

O último axioma de Shapley não é uma suposição trivial. O axioma da **aditividade** refere-se à seguinte situação: se um valor for escolhido para dois jogos realizados simultaneamente pelos mesmos jogadores, este deve ser o valor a ser conseguido se esses dois jogos forem realizados em momentos distintos. E se  $v$  e  $u$  são funções características desses jogos, então esse valor é igual a  $v + u$ .

Considerando os axiomas supra descritos, de acordo com o trabalho de Shapley (1953), conclui-se que existe apenas um único vetor de repartição (valor dos jogadores) que

<sup>16</sup> Em seu artigo, Shapley denominou esse axioma de "Lei da Agregação".

atende aos conceitos de eficiência, simetria, aditividade e do jogador *dummy*, vetor esse fornecido pelo **Valor de Shapley**<sup>17</sup>.

As propriedades de **simetria** e do **jogador *dummy*** garantem o caráter de justiça na distribuição do resultado do jogo. A **eficiência** indica que todo o valor do jogo será repartido entre os jogadores da coalizão, enquanto que a **aditividade** permite presumir que esse valor é único (unicidade do Valor de Shapley). Isso porque, independentemente de como irão jogar os componentes da coalizão (diversos jogos independentes), conseguirão apenas a quantia que poderia ser alcançada em um único jogo.

Admitindo as características apresentadas, o Valor de Shapley é dado pela fórmula:

$$\phi_i(v) = \sum_{\substack{S \subseteq N \\ i \in S}} \frac{(|S|-1)!(n-|S|)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})]$$

Em seguida, analisa-se o que representa a fórmula do Valor de Shapley em duas partes. Inicia-se pela segunda parte da fórmula, denominada **contribuição marginal** do jogador  $i$ :

$$CM_i = [v(S) - v(S - \{i\})]$$

Sendo  $S - \{i\}$  a coalizão dos jogadores de  $S$  que não contém  $i$ , e  $S$  a coalizão formada por todos os jogadores de  $S$  incluindo  $i$ , a contribuição (custo ou lucro) marginal  $CM_i$  de inclusão do jogador  $i$  na coalizão  $S$  é dada por  $[v(S) - v(S - \{i\})]$ .

A primeira parte da fórmula representa a probabilidade de um jogador em particular participar, em diversos momentos distintos, de coalizões com  $S$  participantes. A probabilidade do jogador  $i$  encontrar a coalizão  $S - \{i\}$  formada é igual a  $\frac{(|S|-1)!(n-|S|)!}{n!}$ . O denominador representa o número total de permutações com  $n$  jogadores. O numerador representa o número dessas permutações em que  $|S|-1$  jogadores de  $S - \{i\}$  vêm primeiro (são  $(|S|-1)!$  maneiras), após vem o jogador  $i$ , e só depois entram os demais jogadores  $n - |S|$  (são  $(n - |S|)!$  maneiras).

O Valor de Shapley ( $\phi_i(v)$ ) nada mais é do que a média de contribuição marginal do jogador  $i$  para a coalizão  $S$ , considerando que os jogadores formem essa coalizão em uma seqüência aleatória.

<sup>17</sup> A prova desse teorema pode ser vista em Shapley (1953) ou em Burger (1963).

Para um melhor entendimento de como funciona o cálculo do Valor de Shapley, supõe-se o seguinte jogo, assumindo que  $v(i) \equiv v(\{i\})$ :

$$\begin{array}{lll} v(\emptyset) = 0 & & \\ v(1) = 1 & v(2) = 0 & v(3) = 1 \\ v(1,2) = 4 & v(2,3) = 5 & v(1,3) = 3 \\ v(1,2,3) = 8 & & \end{array}$$

A probabilidade do jogador 1 entrar primeiro no jogo é igual a  $\left(\frac{(|S|-1)!(n-|S|!)}{n!}\right)$ ;

obtendo-se, então,  $\frac{2!0!}{3!} = \frac{1}{3}$ . Ou seja, de 6 permutações possíveis ( $n! = 3!$ ), o jogador 1 aparecerá primeiro em 2 delas e, nesse caso, seu ganho será de  $v(1) = 1$ . A probabilidade de o jogador 1 entrar em segundo lugar e encontrar o jogador 2 é de  $\frac{1}{6}$ . Ou seja, de 6 permutações possíveis ( $n! = 3!$ ), o jogador 1 entrará como segundo jogador da coalizão e encontrará o jogador 2 apenas 1 vez e, nesse caso, seu ganho é de  $v(1,2) - v(2) = 4 - 0 = 4$ . A probabilidade do jogador 1 entrar em segundo lugar e encontrar o jogador 3 é de  $\frac{1}{6}$  e, neste caso, sua expectativa de ganho é de  $v(1,3) - v(3) = 3 - 1 = 2$ . A probabilidade do jogador 1 entrar por último na coalizão é de  $\frac{1}{3}$ , e sua expectativa de ganho é de  $v(1,2,3) - v(2,3) = 8 - 5 = 3$ .

A Tabela 4 demonstra o cálculo do valor para os jogadores que compõem a coalizão  $S$  para as 6 diferentes ordens de entrada destes na coalizão  $S$ . A primeira linha demonstra a ordem de entrada dos jogadores como sendo 1, 2 e 3. O jogador 1 recebe  $v(1) = 1$ , então, o jogador 2 recebe  $v(1,2) - v(1) = 4 - 1 = 3$  e, por fim, o jogador 3, após sua entrada na coalizão como terceiro jogador, recebe  $v(1,2,3) - v(1,2) = 8 - 4 = 4$ . Cada linha da tabela tem a mesma probabilidade de ocorrência, ou seja,  $\frac{1}{6}$ . O Valor de Shapley é a média da expectativa de ganho de cada jogador nas seis linhas.

Tabela 4 – Cálculo do Valor de Shapley

Jogadores				
Ordem de Entrada	1	2	3	$v(S)$
123	1	3	4	8
132	1	5	2	8
213	4	0	4	8
231	3	0	5	8
312	2	5	1	8
321	3	4	1	8
Média	14/6	17/6	17/6	8

As imputações para esse jogo são os pontos  $(x_1, x_2, x_3)$ , tal que  $x_1 + x_2 + x_3 = 8$  e  $x_1 \geq 1$ ,  $x_2 \geq 0$  e  $x_3 \geq 1$ . Esses pontos dão origem a um triângulo com os vértices  $(7,0,1)$ ,  $(1,6,1)$  e  $(1,0,7)$ . A Figura 9 demonstra onde está localizado o ponto representativo do Valor de Shapley (no núcleo do jogo):

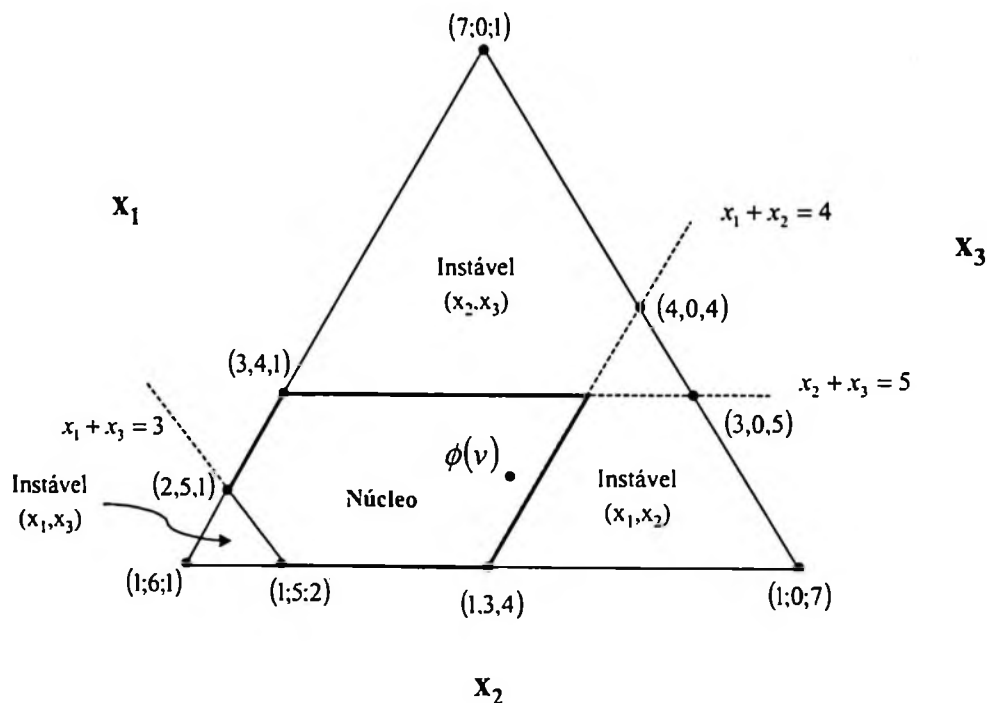


Figura 9 - Representação Gráfica do Valor de Shapley

O Valor de Shapley será novamente discutido sob a ótica da alocação de custos, oportunidade em que serão fornecidas maiores informações sobre a forma de cálculo e como devem ser interpretados os resultados produzidos pela aplicação dessa teoria.

#### 4 TEORIA DOS JOGOS NA ALOCAÇÃO DE CUSTOS

A Teoria dos Jogos Cooperativos pressupõe a existência de uma estrutura comum que, ao ser utilizada por duas ou mais entidades (jogadores), gera algum tipo de benefício. Esse benefício (ganho) deve ser distribuído entre as partes envolvidas de acordo com alguns critérios de distribuição (axiomas). Jensen (1977), Hamlen et. al (1977), Balachandran e Ramakrishnan (1981) são exemplos de trabalhos que utilizaram a Teoria dos Jogos Cooperativos para alocação de custos.

Tome-se, como exemplo, uma empresa que centraliza as atividades de TI em um único departamento por acreditar que isso seja mais barato do que se cada departamento possuísse sua própria estrutura de TI. A mesma análise pode ser feita, por exemplo, na centralização das atividades dos departamentos de Compras, Recursos Humanos, Contabilidade etc.

No entanto, ao tomar essas decisões de centralização de algumas atividades comuns a todos os departamentos, as empresas defrontam-se com um problema: como alocar o custo do processamento de um sistema para os departamentos usuários do serviço?

A Teoria dos Jogos Cooperativos possui um arcabouço teórico que pode ser utilizado pelos gestores departamentais que, agindo de forma racional<sup>18</sup>, decidem como os custos de estruturas comuns podem ser distribuídos entre os usuários do serviço. Isso significa que a quantia (ou custo) recebida a partir da aplicação da Teoria dos Jogos Cooperativos é resultado de uma alocação racional de custos.

A existência de estruturas centralizadas dentro das organizações tem uma justificativa muito simples: ou tem-se uma situação na qual existe **ganho de escopo** ou de **escala**, ou ainda os dois.

A economia de custo conseguida pela implantação de atividades centralizadas que prestam serviços para todos os departamentos da empresa representa um ganho que precisa ser distribuído entre os usuários do serviço. Antes de descrever um jogo de alocação de custos, evidencia-se a seguir como são obtidos os ganhos de escopo em situações de centralização de atividades de apoio dentro das empresas.

---

<sup>18</sup> Ver Apêndice sobre a Teoria da Utilidade.

#### 4.1 Ganho de Escopo

Panzar e Willig (1981) definiram o termo economia de escopo para descrever uma condição na qual é mais barato combinar dois ou mais produtos em uma única fábrica do que produzi-los separadamente.

Se existe economia de escopo em uma organização existe também uma **função de custos subaditiva**, que estabelece que o fornecimento de recursos comuns custa menos do que o fornecimento desses mesmos recursos individualmente para cada usuário.

Para exemplificar uma função de custos subaditiva no contexto deste trabalho, suponha-se que existam  $n$  departamentos  $(D_1, D_2, \dots, D_n)$ , e que todos utilizem serviços diferenciados entre si  $d_1, d_2, \dots, d_n$  e prestados por um departamento de serviço interno.

A função de custo de cada um dos departamentos é dada por  $C_1(d_1), C_2(d_2), \dots, C_n(d_n)$ . A economia de escopo ocorre quando o custo de recursos comuns é estritamente subaditivo, ou seja,  $C_N(d_1, d_2, \dots, d_n) < \sum C_i(d_i)$ , onde  $i = 1, \dots, n$  e  $C_N(d_1, d_2, \dots, d_n)$  é o custo total dos recursos comuns. Em outras palavras, a economia de escopo ocorre quando o custo total do departamento de serviços internos for menor do que o somatório do custo da descentralização da atividade considerando todos os departamentos usuários.

Quando a economia de escopo existe, um benefício (economia de custo) surge pela criação de estruturas comuns utilizadas por todos dentro da empresa. A economia de custo pode ser descrita da seguinte forma:  $\sum C_i(d_i) - C_N(d_1, d_2, \dots, d_n)$ . No caso específico de dois departamentos usuários, pode-se descrever a economia de custo pela presença de economia de escopo da seguinte forma:  $C_1(d_1) + C_2(d_2) - C_{12}(d_1, d_2)$ .

Se, por outro lado, fosse provável a decomposição da função de custos subaditiva,  $C_{12}(d_1, d_2)$ , seria possível obter o custo efetivo da prestação de serviço para cada usuário interno. Ou seja, caso se conseguisse segregar  $C_{12}(d_1, d_2)$  em  $C^*_1(d_1) + C^*_2(d_2)$ , isso resultaria em  $C^*_1(d_1)$  e  $C^*_2(d_2)$ , que representam os custos que devem ser “ressarcidos” para o departamento de serviço interno, já desconsiderada a economia de escopo.

A economia de escopo ocorre pelo fato dos recursos utilizados na produção de produtos/serviços possuírem características que dão origem às funções de custos subaditivas. Entre estas características estão: os **custos fixos** e o efeito causado pelo **ganho de escala**.

### 4.1.1 Custo Fixo

Um dos motivos da existência da economia de custo obtida pela centralização de alguns serviços internos é fruto da divisão imperfeita de determinados recursos utilizados na disponibilização dos serviços aos departamentos usuários. Esses tipos de recursos, segundo Bailey e Friedlaender (1982), permitem o consumo da **Capacidade Não Utilizada (CNU)**. Como exemplos desse tipo de recurso, podem ser citados os equipamentos utilizados para a realização dos serviços internos, a mão-de-obra envolvida em diversas atividades consumidas por dois ou mais serviços internos, dentre outros.

Os recursos categorizados como custos fixos são em geral **comprometidos** e adquiridos em **intervalos** antes da efetiva utilização. No momento de sua aquisição, não se sabe se esse recurso irá ser consumido completamente. Caso haja uma utilização abaixo do esperado, tem-se, então, a presença de capacidade não utilizada que precisa ser reduzida ou eliminada.

Para Horngreen (1986, p. 257), os custos fixos<sup>19</sup>:

Refletem a capacidade de sustentar o volume de atividade planejado. Uma vez adquirida, a capacidade deve ser utilizada ao máximo, desde que, evidentemente, o aumento de receita exceda o aumento dos custos variáveis à medida que aumenta o volume.

Em poucas palavras, os custo fixos têm duas implicações mais importantes para a administração. Primeiramente, o planejamento é crucial. Em segundo lugar, a total utilização da capacidade é freqüentemente desejável.

Os custos fixos são representados por funções de custos intervalares (LEIKAM, 1995). Assuma-se que o recurso  $j$  é um custo fixo utilizado para produção do serviço interno  $i$ . Um intervalo do recurso ( $j$ ) é representado por  $I_j$ , que indica a quantidade fixa de recurso  $j$  (capacidade do recurso  $j$ ) que deve ser comprada, levando em consideração o atual nível de consumo do serviço  $i$ . Assuma-se também que o número de intervalos a serem adquiridos do recurso  $j$  necessários para atender a demanda pelos serviços internos é  $N_{ij}$ . A quantidade total do recurso  $j$  é igual a  $I_j N_{ij}$ . Suponha-se que  $d_{ij}$  representa a demanda do departamento  $D_i$  do recurso  $j$ , na qual a capacidade não utilizada é calculada pela expressão  $I_j N_{ij} - d_{ij}$ .

O custo do serviço  $i$  é dado pela seguinte função de custo  $C_i = \sum P_j N_{ij}$ , onde:

- $C_i \rightarrow$  Custo do serviço  $i$ ;
- $P_j \rightarrow$  Preço pago pela aquisição da capacidade (intervalo) do recurso  $j$ ;

<sup>19</sup> Também denominados pelo autor de "custos de capacidade" (*capacity costs*).

- $N_{ij} \rightarrow$  Número de intervalos do recurso  $j$  necessários para atender a demanda do serviço  $i$ .

Sendo  $i$  o número de serviços prestados pelo departamento centralizador, considerando que  $i$  varia de  $1, \dots, n$ ; e sendo  $j$  os recursos necessários para produção de  $i$ , considerando que  $j$  varia de  $1, \dots, m$ , tem-se na Figura 10 uma demonstração do comportamento dos custos fixos quando  $N_{ij} = 2$ .

Sendo:

- $I_j \rightarrow$  tamanho do intervalo (capacidade adquirida em um intervalo) para o recurso  $j$ ;
- $d_{ij} \rightarrow$  quantidade demandada do recurso  $j$  para se produzir o serviço  $i$ , onde  $I_j(N_{ij} - 1) < d_{ij} \leq I_j N_{ij}$ .

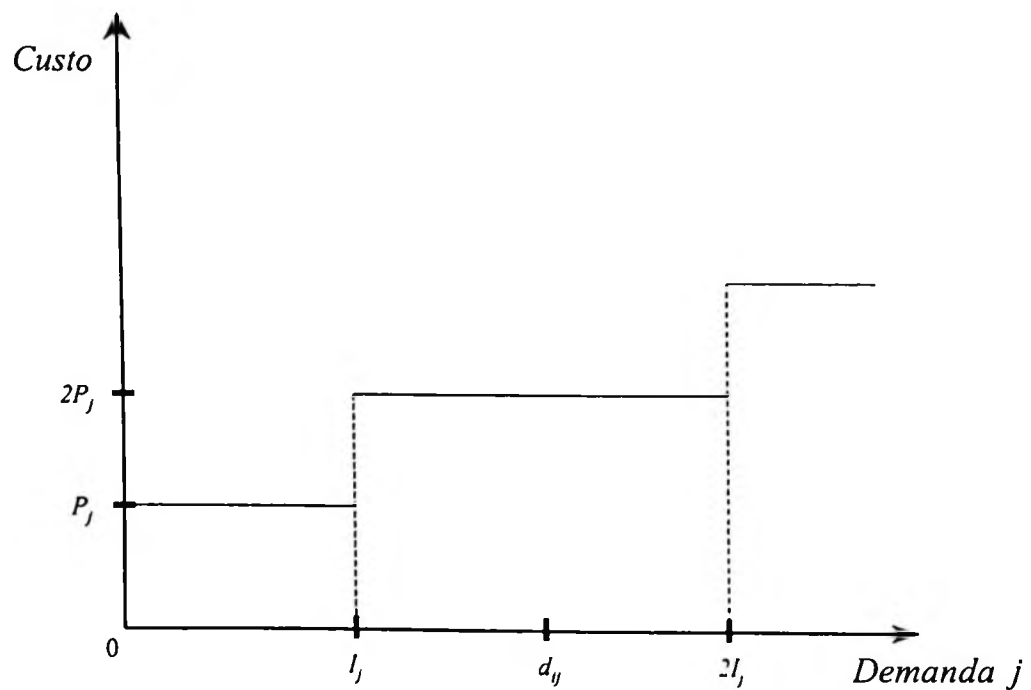


Figura 10 - Comportamento dos Custos Fixos/Capacidade



Pode-se concluir que a economia de escopo tende a ocorrer quando existe uma parcela da capacidade adquirida de recursos fixos que não está sendo utilizada. Dessa forma,

tem-se que  $d_{ij} < I_j N_{ij}$ , ou  $\frac{d_{ij}}{I_j} < N_{ij}$ .

Quando se tem um departamento utilizando o mesmo recurso fixo para a realização de diversos serviços internos, a economia de custo aparece quando a CNU é reduzida ou eliminada. Em outras palavras, a economia de custo é conseguida quando a centralização dos serviços em um departamento permite a diminuição do número de intervalos comprados do recurso  $j$ . A economia total é obtida quando se adquire a estimativa de consumo do recurso  $j$  para todos os serviços  $i$ .

Para assimilação dos conceitos descritos em uma situação de economia de escopo, considere-se o exemplo a seguir<sup>20</sup>. Admita-se que a capacidade de armazenamento disponível para a prestação do serviço “Armazenamento de Dados”, fornecido pelo departamento de TI, é de 500Mb por um custo de \$5.000,00.

**Recurso: Memória**

$$I_j = 500Mb \quad P_j = 5.000,00$$

		Serviços Descentralizados (Usuários)			Centralizado
		1	2	3	TI 123
Memória necessária	$d_{ij}$	945	1.050	1.505	3.500
Número de intervalos	$N_{ij}$	2	3	4	7
Capacidade prática	$I_j N_{ij}$	1.000	1.500	2.000	3.500
CNU	$I_j N_{ij} - d_{ij}$	55	450	495	-

A empresa tem duas opções com relação à disponibilização dos recursos para os departamentos (1, 2 e 3): permitir que cada departamento compre os recursos necessários para suas atividades (Serviços Descentralizados) ou centralizar a gestão dos recursos em um quarto departamento, no caso, o de TI.

No caso da empresa permitir que os departamentos adquiram individualmente os recursos de TI, nos três casos, tem-se um aproveitamento inferior ao que os recursos são capazes de atender. O departamento 1, por exemplo, tem uma demanda de memória de 945Mb. Caso venha adquirir sozinho esse recurso, deverá dispor de duas memórias de 500Mb. Significa que o departamento 1 não estará utilizando 55Mb.

A mesma situação repete-se para os outros dois departamentos (2 e 3). Contudo, caso a empresa decida centralizar a gestão dos recursos de TI, as demandas podem ser analisadas e

<sup>20</sup> Adaptado de Leikam, 2000 p. 18.

atendidas de forma conjunta, permitindo que a utilização dos recursos seja otimizada e que não haja desperdício destes.

Nesse exemplo, a CNU foi completamente eliminada pela centralização dos serviços consumidos pelos departamentos 1, 2 e 3 no departamento de TI.

#### 4.1.2 Efeitos da Economia de Escala

Outro fator responsável pelo surgimento da economia de escopo, já que corresponde a recursos com função de custos subaditiva, são os recursos que sofrem os efeitos da economia de escala (BAILEY; FRIEDLAENDER, 1982).

Quando os efeitos da economia de escala existem, o custo unitário médio de um recurso comum a diversos serviços é decrescente, o que indica a presença de função de custo subaditiva. Se as empresas utilizarem recursos comuns com essas características em suas funções de custos, economias de custos surgirão pela centralização do consumo desses recursos em departamentos prestadores de serviços internos.

Para os recursos que sofrem efeitos de economia de escala, a função de custos está relacionada com as unidades produzidas, ou seja:  $C_i = \sum_j C(d_{ij})$ . A Figura 11 demonstra o comportamento da função de custo com efeitos de ganho de escala:

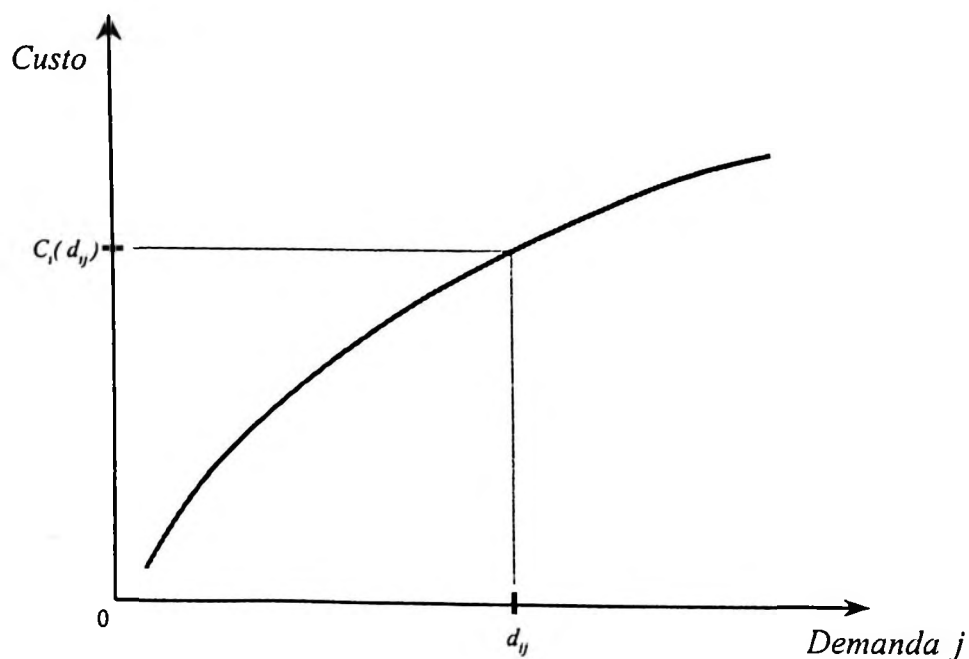


Figura 11 - Efeito do Ganho de Escala

A economia de custo, nos casos em que os recursos sofrem os efeitos dos ganhos de escala, é devida à redução do custo médio do recurso por unidade. A possibilidade de economia é função da demanda total e é definida como sendo:  $\sum_i C(d_{ij}) - C\left(\sum_i d_{ij}\right)$ .

Admita-se que determinado serviço<sup>21</sup>, prestado pelo departamento de TI para um usuário em especial, necessite de certa quantidade de minutos de CPU para ser concluído. Suponha-se que esse recurso possa ser aproveitado para a prestação de outros serviços dentro da empresa. Sendo assim, pode-se criar a seguinte situação:

Recurso: Tempo de CPU	Serviços Descentralizados (Usuários)			Centralizado	
	1	2	3	TI 123	
Tempo de CPU necessário	$d_{ij}$	3.960	6.600	22.440	33.000
Custo	$C(d_{ij})$	31.680	39.600	89.760	115.500
Custo médio/tempo de CPU	$C(d_{ij})/d_{ij}$	8,00	6,00	4,00	3,50

Pode-se perceber que este é um tipo de recurso cujo custo varia em função do número de unidades produzidas. Se o departamento 1 adquirisse a quantidade que precisa estaria pagando \$ 8,00 unidades monetárias pelo Tempo de CPU que necessita. Contudo, se o departamento de TI fizer esta aquisição conjunta para os três departamentos, o custo unitário de aquisição seria de \$ 3,50. Para esse tipo de recurso não existe a presença de CNU.

Sabe-se que o conjunto dos recursos utilizados pelos departamentos prestadores de serviço (custo total) possui características que podem gerar economias de custo pela centralização (existência de custos fixos e efeitos sofridos pelo ganho de escala). A função de custo do departamento de serviço interno é uma mescla de recursos com uma ou outra característica (ou as duas). O que se precisa descobrir é uma forma de decompor o custo para cada serviço prestado pelos departamentos de serviços internos, para que esse valor sirva de base para alocação de custos entre os departamentos.

#### 4.2 Função Característica e a Alocação de Custos

Shubik (1962) foi o primeiro autor a descrever como poderiam ser utilizados os conceitos de teoria dos jogos, em especial o Valor de Shapley, em diversas situações nas quais surgem ganhos em decorrência da coalizão de dois ou mais departamentos ou unidades de negócio de uma empresa.

<sup>21</sup> Adaptado de Leikam, 2000 p. 18.

O artigo desse autor teve por objetivo descrever como os conceitos (axiomas) da teoria dos jogos cooperativos poderiam ser utilizados para alocação de custos conjuntos (*Joint Costs*). Ainda nas palavras de Shubik (*ibid.*, p.326):

A teoria dos jogos cooperativos, desenvolvida por von Neumann e Morgenstern, depende de uma medida de relacionamento que é maior em situações de ganhos obtidos por um grupo de indivíduos que está disposto a agir em conjunto, quando comparado com as ações individuais. O resultado de uma corporação pode ser enxergado como dependente da soma dos ganhos conjuntos que podem ser obtidos pela coordenação ótima de todos os negócios da empresa. [...] Os jogadores no jogo descrito por von Neumann e Morgenstern podem ser considerados como os ramos de negócios ou os departamentos da empresa ou mesmo as seções de uma fábrica.

O mesmo autor (*ibid.*) ainda comenta que a medida de “complementaridade” é dada pela **função característica**, e afirma que:

A função característica é chamada de superaditiva porque o ganho obtido por qualquer grupo de participantes é sempre igual ou maior do que pode ser obtido pelas ações individuais. Por exemplo, um casaco é melhor do que duas metades de um mesmo casaco. A função característica é um caminho que permite que a complementaridade possa ser descrita entre diferentes objetos ou grupos.

A função característica atribui um valor a uma combinação de jogadores que decidiram realizar uma coalizão. O valor atribuído pela função característica à coalizão representa o máximo a ser conseguido pelos jogadores, independentemente do que façam os demais.

A função característica é representada por  $v(S)$ , valor total obtido pela coalizão  $S$ , sendo que  $S \subset N$ . No caso dos jogos cooperativos, a função característica deve satisfazer às seguintes condições:

- 1)  $v(\emptyset) = 0$
- 2)  $v(R \cup S) \geq v(R) + v(S)$ , sendo  $R \cap S = \emptyset$

Essas condições foram discutidas anteriormente e estão sendo lembradas apenas para facilitar o relacionamento desses conceitos com a alocação de custos. A primeira condição descreve que uma coalizão sem jogadores não gera ganho (ou economia de custo). A segunda condição indica que uma coalizão de  $R$  com  $S$  pode obter, no mínimo, a soma dos seus ganhos, caso agissem isoladamente, ou um valor maior com a coalizão, nunca menor.

Os benefícios conseguidos pela coalizão  $S$  são calculados pela expressão  $\sum v(i) - v(S)$ , onde  $v(i)$  representa o valor do jogador  $i$  agindo isoladamente. Todavia, sabe-se que os benefícios gerados pela coalizão  $S$  precisam ser distribuídos entre os jogadores que compõem a coalizão. A alocação do benefício será representada por  $x_i$ , onde  $i \in S \subset N$  e o conjunto de alocações racionais é um vetor de ganhos que será definido como  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , sendo  $n$  o número de jogadores de  $S$ .

A função característica pode ser utilizada para solucionar problemas de distribuição de custos em situações em que a coalizão entre jogadores resulta em economia de custos. Dessa forma, uma condição necessária é a existência de economia causada pela melhor utilização de custos fixos ou pela presença dos efeitos do ganho de escala. A condição necessária pode ser expressa da seguinte forma:  $C_N(d_1, d_2, \dots, d_n) < \sum C_i(d_i)$ .

Admita-se que o custo total dos serviços prestados pelo departamento centralizador seja de  $v(N) = C_N(d_1, d_2, \dots, d_n)$ , e que o custo para cada departamento usuário executar esse mesmo serviço isoladamente seja representado por  $v(i) = C_i(d_i)$ .

A economia de custo pela criação dos departamentos prestadores de serviços internos é dada pela expressão  $\sum C_i(d_i) - C_N(d_1, d_2, \dots, d_n)$ , que também pode ser entendida como sendo o valor da coalizão. A economia de custos, obtida pela centralização, deve então ser distribuída, e o vetor de distribuição desse ganho é dado por  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Suponha-se que exista um departamento que execute atividades de apoio para dois departamentos da empresa; assim sendo, tem-se que  $v(D_1, D_2) = C_{12}(d_1, d_2)$ , e o custo de cada departamento usuário é representado por  $v(D_1) = C_1(d_1)$  e  $v(D_2) = C_2(d_2)$ . Dessa forma, a economia de custo da centralização das atividades é dada por  $C_1(d_1) + C_2(d_2) - C_{12}(d_1, d_2)$ .

É razoável imaginar que, em situações envolvendo a distribuição de custos, os gestores de departamento, agindo como agentes econômicos racionais, irão repartir a economia de custos conseguida pela coalizão.

Assim, a utilização da função característica conduz aos conceitos existentes na teoria dos jogos para se obter a “solução do jogo”. Para von Neumann e Morgenstern (1944), a solução para o jogo não era única, mas composta por um conjunto de imputações estáveis. Porém, esse tipo de solução não é interessante na distribuição dos ganhos obtidos pela economia de custos.

O método escolhido neste trabalho para alocação dos custos da prestação de serviços internos é o Valor de Shapley. O próximo tópico descreve os critérios envolvidos no cálculo do Valor de Shapley sob a ótica da alocação de custos.

### 4.3 Valor de Shapley e a Alocação de Custos

O Valor de Shapley é um método pelo qual os jogadores têm conhecimento a priori dos benefícios esperados de se entrar em um jogo.

Para demonstrar o relacionamento do Valor de Shapley com os problemas de alocação de custos, utiliza-se, especificamente, a alocação de custos de departamentos prestadores de serviços internos. Admita-se que o custo total de um departamento de serviço interno (departamento de manutenção ou departamento de TI) precise ser alocado entre  $n$  departamentos, denominados por  $N = (1, 2, \dots, n)$ . A função  $v(S)$  descreve o ganho total obtido pela coalizão  $S$  quando todos esses departamentos cooperam para assegurar a maior eficiência na disponibilização do serviço comum.

O ganho nesse jogo pode ser entendido como a **redução de custo da estrutura que suporta o serviço comum**, e também como sendo passível de transferência entre os jogadores participantes da coalizão. Essa transferência é chamada de **transferência de utilidade** e ocorre, nesse caso, pela distribuição da economia de custo trazida por um dos jogadores entre todos os outros da coalizão.

Desse modo, a **medida da utilidade do tomador de decisão, neste trabalho, é dada pela comparação entre o custo atribuído em função do jogo e o custo individual do departamento, considerando que ele não venha a fazer parte da coalizão.**

Sendo assim, os tomadores de decisão (gestores dos departamentos) estarão de acordo com as regras do jogo (de distribuição de custos comuns) se preferirem o custo alocado pelo jogo ao invés do custo de construção da estrutura do serviço interno de forma isolada dos demais departamentos.

O Valor de Shapley para um departamento  $i$  é dado por:

$$D_i = \sum_{\substack{S \subseteq N \\ i \in S}} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})]$$

Inicialmente, para se calcular o vetor de distribuição de custos utilizando o Valor de Shapley, é necessário saber que  $s$  é o número de departamentos na coalizão  $S$  e  $n$  é o número total de departamentos.

De acordo com Leikam (2000), o Valor de Shapley pode ser calculado para cada jogador em  $S$  de duas formas distintas, sendo que nos dois casos terá-se o mesmo valor alocado a cada jogador em  $S$ . O primeiro método aloca uma parcela do valor do custo total da coalizão,  $v(S)$ , para cada jogador. O segundo método aloca o ganho (a economia de custo) para cada jogador. Neste trabalho, é utilizado o método que aloca o custo total da coalizão.

Para demonstrar como se pode aplicar o conceito do Valor de Shapley em um jogo de alocação de custos, admita-se a existência de três departamentos usuários, ou  $N = (A, B, C)$ .

A empresa XPTO deseja diminuir seus gastos com informática e, para isso, avalia a criação de um departamento de processamento de dados para atender os principais departamentos operacionais da empresa. Atualmente, os principais sistemas transacionais da empresa estão sendo processados por servidores e os demais recursos mantidos pelos próprios departamentos operacionais.

Para atingir o objetivo de centralização das atividades de TI, a empresa precisa deixar clara para os departamentos usuários a vantagem obtida em termos de custos e de melhoria do resultado dos departamentos.

O primeiro passo dado pela empresa foi o cálculo estimado do consumo de recursos de TI que os três departamentos operacionais demandariam do novo departamento de processamento de dados. A empresa soube, por meio desse levantamento, que os departamentos A e C consomem uma quantidade de recursos de TI (medidos em MIPS – Milhões de Instruções por Segundo) menor (1.733 MIPS e 1.333 MIPS, respectivamente) do que o departamento B, que consome mais da metade do que é consumido pelos três departamentos (3.933 MIPS).

Realizadas as estimativas dos custos, o problema passa a ser de avaliação do investimento. Se, considerando a economia obtida, vale a pena ou não a centralização dos serviços de TI. Caso seja interessante para a empresa, o problema passa a ser convencer os departamentos operacionais de que a centralização também trará benefícios maiores do que a manutenção de estruturas próprias de processamento de dados.

Dando seqüência à apresentação do exemplo, o próximo passo é a obtenção de estimativas confiáveis para as diversas situações possíveis:

- a. o departamento A mantém sua estrutura de TI por \$5.000,00;
- b. o departamento B mantém sua estrutura de TI por \$3.000,00;
- c. o departamento C mantém sua estrutura de TI por \$5.000,00;
- d. se apenas A e B cooperassem entre si para montar uma estrutura comum, isso resultaria em um custo de \$6.000,00;
- e. se B e C entrassem em um acordo, isso resultaria em um custo de \$7.000,00;
- f. se A e C cooperassem, seria alcançado um custo de \$10.000,00;
- g. se A, B e C utilizassem a mesma estrutura de TI, seria alcançado um custo de \$10.500,00.

É fácil perceber que a melhor solução para atender as necessidades dos três departamentos (e que representa o menor custo para a empresa) é a criação de uma unidade centralizadora do serviço, comum aos três departamentos operacionais e, nesse caso, a empresa economizaria cerca de \$2.500,00. Todavia, os departamentos operacionais precisam concordar com a forma como os custos serão alocados para os departamentos.

Sabe-se que  $v(S)$  representa o custo da coalizão  $S \subset N = (A, B, C)$ , que permite a criação do jogo de alocação de custo  $(N, v)$  da seguinte forma:

$$\begin{aligned} v(\emptyset) &= 0 \\ v(A) &= 5.000 & v(B) &= 3.000 & v(C) &= 5.000 \\ v(AB) &= 6.000 & v(BC) &= 7.000 & v(AC) &= 10.000 \\ v(ABC) &= 10.500 \end{aligned}$$

Já se sabe que, nessa forma de jogo, a *Racionalidade Individual* dita que  $x_i \leq v(i)$  para todo  $i \in N$ . A *Racionalidade Coletiva* também afirma que  $\sum_{i \in S} x_i \leq \sum_{i \in S} v(i)$ . Essas definições precisam ser consideradas na escolha do critério de alocação de custos.

Uma maneira comum de alocar os custos entre os departamentos é pelo critério da **utilização** do serviço. Nesse caso, o custo de cada um dos departamentos é dado pela proporção de seu consumo em relação ao consumo total dos três departamentos (nesse exemplo, medido em “minutos de processamento”). Pelo critério da **utilização**, a distribuição resultaria no seguinte vetor de custos:

$$\alpha = (2.600, 2.000, 5.900)$$

Essa distribuição de custos não é vantajosa para o departamento C, que receberá uma conta de \$5.900,00 ( $\$ 10.500,00 / 7.000 \text{ MIPS} * 3.933 \text{ MIPS} = \$ 5.900,00$ ). O departamento C sabe que, sozinho, mantém uma estrutura de TI que custa \$5.000,00. Embora C tenha contribuído para que a empresa obtivesse economia de custo, pela melhor utilização de custos fixos, não se beneficia dessa economia pelo critério de distribuição escolhido pela empresa.

Outra forma de alocar esse custo é considerar o Custo Marginal médio de cada departamento nas diversas coalizões possíveis. Para tal, é importante que a empresa negocie antecipadamente as “**condições básicas**”<sup>22</sup> (axiomas) sobre as quais as alocações de custos serão feitas entre os usuários do serviço, sendo elas:

- 1) o custo a ser alocado é igual ao custo da prestação de serviço aos usuários;

<sup>22</sup> Essas condições derivam do trabalho de Loehman e Whinston (1971).



- 2) a alocação de custos será realizada exclusivamente com base na contribuição marginal causada pelo usuário, não com base na contribuição marginal de outros usuários<sup>23</sup>;
- 3) usuários com contribuições idênticas receberão custos iguais;
- 4) a alocação de custos será homogênea com grau um, ou seja, se o custo incremental de um usuário elevar-se em um certo percentual, a alocação de custos para esse usuário será elevada pelo mesmo percentual;

Algumas dessas condições podem ser explicadas facilmente para os usuários (axiomas 1, 3 e 4, por exemplo). Contudo, outras precisam ser explicadas com maior grau de profundidade (axioma 2) ou transformadas em situações que permitam fácil assimilação dos critérios por parte dos usuários. No Capítulo 6 deste trabalho, será demonstrada uma forma de como isso pode ser feito para o caso dos departamentos de TI em bancos.

Loehman e Whinston (1971) provaram que só existe um vetor de alocação de custos que obedece a esses quatro axiomas, e é obtido pela utilização da função definida em Shapley (1953). Sendo assim, qual seria o custo alocado para cada um dos departamentos usuários?

Utilizando a fórmula desenvolvida por Shapley, a distribuição de custos seria realizada da seguinte forma:  $\alpha = (4.166,67; 1.666,67; 4.666,67)$ . Para facilitar a utilização da dessa fórmula, foi criada uma planilha que calcula o Valor de Shapley pelo desmembramento dos seus diversos componentes. A Figura 12 descreve a planilha de cálculo:

	(i)	A			Custo Total	
Coalizão da linha anterior excluída a participação do departamento analisado.	S	A,B,C	A,B	A,C	A	
Número total de departamentos analisados no problema de alocação de custos.	n	3	3	3	3	
Número de departamentos da coalizão analisada (linha S).	s	3	2	2	1	
	(n - s)!	1	1	1	2	
	(s - 1)!	2	1	1	1	
	n!	6	6	6	6	
	(1) $\frac{(n - s)!(s - 1)!}{n!}$	0,33	0,17	0,17	0,33	
	v(S)	10.500,00	6.000,00	10.000,00	5.000,00	
	v(S - {i})	7.000,00	3.000,00	5.000,00		
	(2) $v(S) - v(S - {i})$	3.500,00	3.000,00	5.000,00	5.000,00	
	(1)*(2)	Shapley	1.166,67	500,00	833,33	1.666,67
					4.166,67	

Explicações das células da planilha:

- Coalizões possíveis do departamento analisado.
- Indica o Departamento que estará sendo analisado.
- Fatorial do resultado da subtração da linha n pelo valor da linha s.
- Fatorial do resultado da subtração de uma unidade da linha s.
- Multiplicação do resultado da linha (n-s)! pela linha (s-1)! dividido pelo valor de n!
- Valor da coalizão da linha S. Reduzida do valor da mesma coalizão excluída a participação do departamento analisado.
- Multiplicação da linha (1) pela linha (2).
- Valor do custo atribuído ao departamento analisado pelo Valor de Shapley..

Figura 12 - Explicação da Planilha de Cálculo do Valor de Shapley

<sup>23</sup> A definição de contribuição marginal utilizada neste trabalho será explicada no próximo tópico.

A seguir, foi calculada a distribuição dos custos entre os departamentos usuários A, B e C:

Tabela 5 – Custo do Departamento A

	{i}	A			Custo Total	
		S	A,B,C	A,B		A,C
	S - {i}	B,C	B	A		
	n	3	3	3	3	
	s	3	2	2	1	
	(n - s)!	1	1	1	2	
	(s - 1)!	2	1	1	1	
	n!	6	6	6	6	
(1)	$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
	v(S)	10.500,00	6.000,00	10.000,00	5.000,00	
	v(S - {i})	7.000,00	3.000,00	5.000,00		
(2)	$v(S) - v(S - {i})$	3.500,00	3.000,00	5.000,00	5.000,00	
(1)*(2)	Shapley	1.166,67	500,00	833,33	1.666,67	4.166,67

Tabela 6 – Custo do Departamento B

	{i}	B			Custo Total	
		S	A,B,C	A,B		B,C
	S - {i}	A,C	A	C		
	n	3	3	3	3	
	s	3	2	2	1	
	(n - s)!	1	1	1	2	
	(s - 1)!	2	1	1	1	
	n!	6	6	6	6	
(1)	$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
	v(S)	10.500,00	6.000,00	7.000,00	3.000,00	
	v(S - {i})	10.000,00	5.000,00	5.000,00		
(2)	$v(S) - v(S - {i})$	500,00	1.000,00	2.000,00	3.000,00	
(1)*(2)	Shapley	166,67	166,67	333,33	1.000,00	1.666,67

Tabela 7 – Custo do Departamento C

	{i}	C			Custo Total	
		S	A,B,C	A,C		B,C
	S - {i}	A,B	A	B		
	n	3	3	3	3	
	s	3	2	2	1	
	(n - s)!	1	1	1	2	
	(s - 1)!	2	1	1	1	
	n!	6	6	6	6	
(1)	$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
	v(S)	10.500,00	10.000,00	7.000,00	5.000,00	
	v(S - {i})	6.000,00	5.000,00	3.000,00		
(2)	$v(S) - v(S - {i})$	4.500,00	5.000,00	4.000,00	5.000,00	
(1)*(2)	Shapley	1.500,00	833,33	666,67	1.666,67	4.666,67

Se os departamentos assumissem um comportamento guiado pelos critérios racionais de alocação dos custos por departamento, o vetor de alocação de custos calculado pelo Valor de Shapley seria um instrumento ideal para alocação desse custo por departamento (ROTH: VERRECCHIA, 1979).

Roth e Verrecchia (1979, p. 296) afirmam que:

Em particular, nossa interpretação sugere que o Valor de Shapley pode fornecer a mais barata informação de alocação de custo baseada na negociação entre as partes interessadas. Além do mais, o Valor de Shapley é compatível com os objetivos de justiça, equidade e neutralidade sugerida pela teoria contábil.

Uma questão fundamental e importante apontada por Roth e Verrecchia (1979, p. 297) para as conclusões formuladas neste trabalho é dada pela seguinte situação: “Portanto, se a firma pode avaliar cada uma das expectativas de utilidade de seus gestores envolvidos na barganha [jogo], ela pode usar esta avaliação como um substituto mais barato para o processo de negociação”.

Tal afirmação é possível pela aceitação dos conceitos apresentados por von Neumann e Morgenstern (1944) sobre a função utilidade e sua importância na tomada de decisão dos gestores.

#### 4.4 Custo Marginal

No caso da alocação de custos, o Valor de Shapley pode ser explicado como sendo a expectativa do ganho marginal adicionado pelo departamento que entra na coalizão, dado que as ordens de entrada nas diversas coalizões possíveis para o usuário são igualmente prováveis.

Para explicar o conceito de custo marginal dentro do contexto da alocação de custo pelo Valor de Shapley, lança-se mão de um exemplo apresentado por Jensen (1977).

Nesse exemplo, o autor (*ibid.*, p. 845) descreve uma situação em que dois usuários possuem demandas específicas de determinado serviço, definidas por  $k_1 = 200$  e  $k_2 = 1.000$  unidades. O custo mínimo de disponibilização dessas unidades para o primeiro usuário é de  $C(k_1) = \$400$  e, para o segundo, de  $C(k_2) = \$900$ . Por outro lado, se os dois compartilhassem uma mesma estrutura que disponibilizasse o serviço demandado pelos dois departamentos ( $K = 1.200$ ), o custo mínimo seria de  $C(K) = \$1.000$ .

Admita-se que os dois usuários estão de acordo com as **condições básicas** de alocação de custos (descritas no item anterior) definidas pelo Valor de Shapley. Nesse sentido, ainda segundo o mesmo autor (*ibid.*):

Os axiomas conduzem a uma alocação baseada no custo incremental. [...] o custo marginal é a diferença entre dois recursos hipotéticos – um capaz de satisfazer qualquer subconjunto de demandas e outro que satisfaz, em adição, a demanda de um usuário em particular. Obviamente, o custo incremental varia com as alterações nos subconjuntos de demandas que o novo usuário aumenta.

No caso descrito, as necessidades dos dois usuários podem ser cobertas em duas situações: ou na compra de recursos específicos por usuário, ou na compra de uma estrutura conjunta capaz de atender às necessidades simultaneamente.

O primeiro usuário pode ter suas necessidades atendidas pela compra de um recurso específico por \$400 ou por uma estrutura comum por \$1.000. O custo incremental de satisfazer as necessidades do primeiro usuário pela estrutura comum é de \$100 (\$1.000 – \$900). Ou seja, o custo incremental é o acréscimo no custo causado pela entrada da demanda do primeiro usuário no subconjunto formado pela demanda do segundo usuário.

O custo incremental para atender à demanda do primeiro usuário com uma estrutura específica é de \$400 (\$400 – 0), que representa a entrada do primeiro usuário em um subconjunto sem demanda, o que resulta no próprio custo do primeiro usuário.

Da mesma forma, o custo incremental para atender às necessidades do segundo usuário é igual a \$600 (\$1.000 – \$400) em uma estrutura conjunta e \$900 (\$900 – 0) em uma estrutura específica.

Se os dois usuários decidirem construir uma estrutura conjunta e concordarem em alocar os custos comuns de forma que os quatro axiomas sejam satisfeitos, então, a seguinte distribuição de custos será aceita por esses usuários:

Dessa forma, tem-se que:

Tabela 8 – Custo do Primeiro Usuário

	{i}	1	Custo Total
	S	1,2	1
	S - {i}	2	
	n	2	2
	s	2	1
	(n - s)!	1	1
	(s - 1)!	1	1
	n!	2	2
(1)	$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,50	0,50
	v(S)	1.000,00	400,00
	v(S - {i})	900,00	
(2)	$v(S) - v(S - \{i\})$	100,00	400,00
(1)*(2)	Shapley	50,00	200,00
			250,00

Tabela 9 – Custo do Segundo Usuário

	{i}	2	Custo Total
	S	1,2	2
	S - {i}	1	
	n	2	2
	s	2	1
	(n - s)!	1	1
	(s - 1)!	1	1
	n!	2	2
(1)	$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,50	0,50
	v(S)	1.000,00	900,00
	v(S - {i})	400,00	
(2)	$v(S) - v(S - \{i\})$	600,00	900,00
(1)*(2)	Shapley	300,00	450,00
			750,00

Sendo assim, uma forma de descrever o custo total de uma estrutura comum é pelo incremento causado de acordo com a entrada de cada usuário em uma seqüência pré-definida. Por exemplo, o custo total da estrutura que atenderá os dois usuários é de \$1.000, que pode ser explicado como necessário para atender às necessidades do primeiro usuário, (\$400), mais um custo adicional para satisfazer às necessidades do segundo usuário (\$600). Entretanto, pode-se justificar o custo comum de outra forma, apenas alterando a ordem de entrada dos usuários na “coalizão”. Assim, os \$1.000 podem ser justificados para atender às necessidade do segundo usuário (\$900), mais um custo adicional para atender à demanda do primeiro usuário (\$100).

Como se pôde observar, a decomposição do custo total depende da seqüência em que as demandas são reconhecidas. Nesse caso, existem duas seqüências possíveis: (1,2) e (2,1), no caso de três usuários, seis, e no caso de  $n$ , tem-se  $n!$  seqüências.

O custo marginal é sensível às diversas alternativas de caminhos possíveis (e que dependem do número de usuários envolvidos). Sendo assim, cada usuário terá um custo marginal calculado para cada caminho alternativo possível. A alocação de custo sugerida pela utilização do Valor de Shapley e pelos axiomas definidos por Loehman e Whinston (1971) corresponde, simplesmente, à soma dos custos marginais dos diversos caminhos possíveis dividida pelo número de alternativas. Ou seja, corresponde ao custo médio incremental levando-se em consideração os diversos caminhos para a montagem das coalizões.



## 5 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E OS BANCOS

Este capítulo foi subdividido em duas partes: a primeira demonstra a importância das áreas de TI para as instituições financeiras, e a segunda uma revisão bibliográfica dos critérios utilizados para alocação dos custos das áreas de TI.

### 5.1 Tecnologia da Informação e os Bancos

A definição de Tecnologia da Informação (TI) utilizada neste trabalho aproxima-se daquela descrita por Walton (1993, p. 23):

A tecnologia da informação abrange uma gama de produtos de hardware e software que proliferam rapidamente, com capacidade de coletar, armazenar, processar e acessar números e imagens, para o controle dos equipamentos e processos de trabalho, e para conectar pessoas, funções e escritórios tanto dentro quanto entre as organizações.

[...] A TI de escritório inclui o processamento de textos, arquivamento automático, sistemas de processamento de transações, conferência eletrônica, correio e quadro eletrônicos, videoconferência, programas de pesquisa em bancos de dados, planilhas eletrônicas, sistemas de suporte à decisões e sistemas especialistas [...]

A única diferença entre o conceito de TI apresentado por Walton (1993) e o utilizado nesse trabalho está no fato de aqui também são considerados os recursos humanos envolvidos no processamento como parte integrante da TI. A descrição de Murakami (2003, p. 19) inclui esse aspecto da TI: “Para efeito deste trabalho será adotado o termo TI com um conceito mais amplo de tecnologia da informação, englobando o uso de hardware, software, telecomunicações e pessoas envolvidas no processo”.

As áreas de TI nas organizações têm como objetivo a administração do processamento de sistemas corporativos centralizados por meio da aquisição e/ou desenvolvimento de tecnologias capazes de suportar esse processamento.

A evolução da TI e a evolução das instituições financeiras estão intrinsecamente relacionadas (GUILARDI, 1989). Sobre esse assunto, Lunardi, Maçada e Becker (2002, p. 1) afirmam que:

Atualmente a área bancária é um dos setores que mais têm investido em Tecnologia de Informação (TI), tendo seus produtos e serviços fundamentalmente apoiados por essa tecnologia (Albertin, 1998). Para se ter uma idéia, o setor bancário brasileiro investiu, em 1999, cerca de R\$ 2.5 bilhões em equipamentos de informática e de comunicação e programas (Febraban, 2000). Com relação à América Latina, projeta-se um crescimento de 60% nos investimentos de 1999 a 2003, totalizando investimentos em TI superiores a US\$ 40 bilhões (Lara, Perdómo & Jimenez, 1999). O computador tem exercido um forte impacto sobre as operações dos bancos, sendo hoje, talvez, a indústria bancária a mais informatizada de todas (Drucker, 1999). Peters (1993), fazendo um retrospecto sobre o setor bancário, o apontou como o lugar mais evidente para se procurar as manifestações de TI do século XXI.

Conhecer os investimentos em TI e o impacto que ela proporciona nos bancos é uma questão essencial para esse tipo de organização, que atua num ambiente extremamente competitivo, onde a

atenção para o alinhamento dos negócios e das estratégias de informação deve ser o primeiro foco no esforço organizacional. A necessidade de que os executivos desse tipo de organização, tanto da área de tecnologia como dos demais setores que a utilizam no auxílio as suas atividades, saibam gerenciar e justificar os recursos empregados em TI é evidente.

Segundo a Febraban (2005), o número de transações bancárias suportadas pela utilização da TI teve aumentos superiores a 20%, de 2002 para 2003.

**Tabela 10 – Evolução das Transações Bancárias (em Mil)**

Origem	2000		2001		2002		2003		Variação 2003/2002
	Quantidade	Participação	Quantidade	Participação	Quantidade	Participação	Quantidade	Participação	
Automáticas externas (1)	55	2,80%	653	2,80%	596	2,80%	610	2,60%	1,80%
Automáticas internas (2)	3.588	18,10%	3.803	16,20%	3.893	18,00%	3.958	16,80%	1,7%
Auto-atendimento (3)	6.616	33,50%	7.766	33,10%	6.694	28,20%	7.585	32,30%	24,50%
Home e Office Banking P.J. (4)	350	1,80%	664	2,80%	970	4,50%	1.174	5,00%	21,00%
Internet Banking P.F. (5)	370	1,90%	820	3,50%	1.136	5,30%	1.457	6,20%	27,90%
POS - Ponto de Venda no Comércio (6)	314	1,60%	380	1,60%	546	2,50%	581	2,50%	5,90%
Transações de caixas de agências	4.027	20,40%	5.188	22,10%	4.463	20,60%	4.451	18,90%	-0,30%
Nº de cheques compensados	2.638	13,30%	2.600	11,10%	2.397	11,10%	2.246	9,60%	-6,30%
Call Center com intervenção atendente	130	0,70%	242	1,00%	360	1,80%	321	1,40%	-15,40%
Call Center (Unidade Resposta Auditável)	1.164	5,90%	1.326	5,70%	1.133	5,20%	994	4,20%	-12,30%
Correspondentes Bancários (7)							125	0,50%	
<b>Total</b>	<b>19.759</b>	<b>100,00%</b>	<b>23.444</b>	<b>100,00%</b>	<b>21.617</b>	<b>100,00%</b>	<b>23.503</b>	<b>100,00%</b>	<b>8,70%</b>

Fonte: Febraban

- (1) débitos automáticos, crédito de salário etc.  
 (2) tarifas, taxas, IOF, CPMF etc.  
 (3) saque, depósito, consultas, emissão de cheques etc.  
 (4) transferências de arquivos, consultas, pagamentos, investimentos etc.  
 (5) consultas, transferências, pagamentos, investimentos, empréstimos etc.  
 (6) pagamentos em lojas, supermercados, postos de gasolina etc.  
 (7) estabelecimentos comerciais, hotéis, casas lotéricas etc.

Ainda segundo a Febraban (2005), os investimentos totais dos bancos em TI têm aumentado no período de 2000 a 2003:

Os investimentos dos bancos em TI no ano de 2003 totalizaram 4,2 bilhões de reais, retratando um aumento de 19% em relação ao ano anterior. Se considerarmos que tradicionalmente os investimentos representam algo em torno de 35% do total gasto em TI pelos bancos, teríamos a impressionante cifra de 11,5 bilhões de reais direcionados à tecnologia pelas instituições financeiras. Quanto aos investimentos, cabe observar no ano passado [2003] a crescente tendência de terceirização dos serviços de desenvolvimento, com um incremento de 69%, enquanto os serviços de desenvolvimento no próprio banco foram reduzidos em 42%. O crescimento de 201% verificado nos equipamentos e linhas de comunicações pode ser explicado pela retração havida em 2002 e pela implementação das redes de correspondentes bancários.

A Tabela 11 demonstra a evolução dos investimentos dos bancos em TI e apresenta um quadro de crescente importância desse tipo de investimento para os bancos:

**Tabela 11 – Evolução dos Investimentos em TI nos Bancos**

Tipos	Investimentos em R\$ milhões				Variação 2
	2000	2001	2002	2003	
Hardware	1.331	1.476	1.610	1.843	14,40%
Equipamentos / Linhas de comunicações	431	301	193	581	201,40%
Softwares adquiridos de terceiros	517	509	699	1.179	68,60%
Softwares desenvolvidos no próprio banco	613	838	1.035	597	-42,3%
<b>Total</b>	<b>2.892</b>	<b>3.124</b>	<b>3.537</b>	<b>4.199</b>	<b>18,70%</b>

Fonte: Febraban



É indiscutível a importância da TI na indústria financeira. Existem diversas razões para a evolução da tecnologia nos bancos, dentre elas (COHEN, 2002):

- **Redução de custos:** a busca pela redução de custos é a proposição inicial do uso da Tecnologia da Informação. Por meio da reestruturação das funções organizacionais e da introdução de sistemas transacionais eficientes, tem-se buscado a diminuição do fluxo de papel nos escritórios e a automação de diversas atividades básicas;

Os bancos aproveitaram muito essa fase<sup>24</sup> de utilização da Tecnologia da Informação: grandes departamentos com um número expressivo de funcionários foram reduzidos pela introdução de sistemas transacionais que automatizaram grande parte das operações.

- **Criação de valor:** para os pesquisadores de economia industrial, valor é o quanto os consumidores estão dispostos a pagar a mais por um produto ou serviço. Um negócio torna-se lucrativo à medida que o valor criado ultrapassa os seus custos, e o uso intensivo de TI possibilita a ampliação desse ganho;

A disponibilização de serviços 24 horas por intermédio de um caixa eletrônico ou *internet* aumenta o valor percebido pelo cliente dos serviços oferecidos pelos bancos. Esse aumento de valor é transferido para a cobrança de tarifas específicas pela utilização desses canais de atendimento.

- **Inovação:** o uso da Tecnologia da Informação proporciona novos tipos de produtos e serviços, o que leva à customização de novos tipos de negócio. Esses novos negócios podem ser caracterizados pela transformação de um negócio já existente mediante o uso intensivo da informação;

Alguns dos novos serviços criados pelos bancos somente puderam ser ofertados ao público pela utilização intensiva da TI; o TED<sup>25</sup> é um exemplo disso.

- **Redução de Riscos:** além de controle, a informação pode ser usada para análise do risco, seja no âmbito estratégico, financeiro, operacional, comercial, técnico e/ou ambiental. Para tal, é necessário o uso de sistemas de informações que disponibilizem informações de maneira acurada e atual, antecipando eventuais fatos que proporcionem risco à organização;

<sup>24</sup> Nolan (1979) dividiu a evolução da utilização da Tecnologia da Informação em diversas fases, que vão da *Iniciação* até a *Maturidade*. O aspecto da redução de custos é claramente percebido na fase de *Iniciação*.

<sup>25</sup> TED é um programa para "Transmissão Eletrônica de Documentos".

A necessidade de aumento da segurança das transações bancárias que ocorrem de forma descentralizada em todo território nacional, bem como a implementação de controles governamentais da circulação de dinheiro no mercado são razões que motivam a criação de controles dos riscos operacionais nos bancos. Um exemplo disso é o novo SPB (Sistema de Pagamento Brasileiro), desenvolvido com o intuito de diminuir o risco sistêmico do mercado financeiro brasileiro.

- **Virtualização:** a possibilidade de “virtualizar” produtos e serviços, ou seja, transformar matéria em *bits*, é uma capacidade adquirida por algumas organizações nos últimos anos que, por meio da TI, buscam diferenciar-se no mercado e transferir para o consumidor o poder de escolha. Em outras palavras, significa dotar produtos/serviços com características do tipo *anywhere* (capaz de ser usado/acessado de qualquer lugar) *anytime* (capaz de ser usado/acessado a qualquer tempo) e *nomatter* (não é feito de matéria, mas de *bits*);

A indústria financeira, após um grande período inflacionário, precisou encontrar novas fontes de recursos que pudessem substituir os recursos provenientes dos lucros inflacionários (BEZERRA, 2000). Uma das formas encontradas foi a reinvenção do negócio com o auxílio da Tecnologia da Informação, reinvenção essa que incluiu alterações nos locais nos quais são feitas as transações bancárias (*Homebanking*, auto-atendimento, teleatendimento etc.);

- **Diferenciação do Produto:** provavelmente são os bancos que melhor utilizam a informação na transformação do seu próprio negócio. No passado, esse segmento possuía um conjunto de ofertas limitadas. Atualmente, o leque de serviços é bastante vasto. Na busca pela atração e satisfação de clientes, os bancos reúnem no mundo virtual grande parte dos seus serviços;

A diferenciação do produto é algo fundamental na prestação de um serviço financeiro. A customização do serviço de acordo com as necessidades de um cliente é uma realidade na indústria financeira já há algum tempo. Departamentos de “Operações Estruturadas” estão sendo criados para simular operações financeiras complexas que envolvem diversos produtos em um único serviço. A fidelização dos clientes passa pela capacidade que os bancos possuem em se adaptar às suas necessidades, cada vez mais complexas.

As complexidades das operações vêm sendo tratadas com a forte utilização de TI. A integração entre os sistemas operacionais, o desenvolvimento de sistemas especialistas em análise de crédito, equipamentos eletrônicos que disponibilizam diversos produtos

financeiros, integração das operações realizadas em correspondentes bancários com as demais operações realizadas em outros canais de distribuição dos produtos são alguns exemplos de como os bancos preparam-se para diferenciar seus produtos em relação aos demais do mercado.

A Figura 13 resume as motivações para utilização da TI na indústria financeira descritas por Cohen (2000), as quais se relacionam perfeitamente com os motivos que impulsionam a utilização da TI nos bancos:

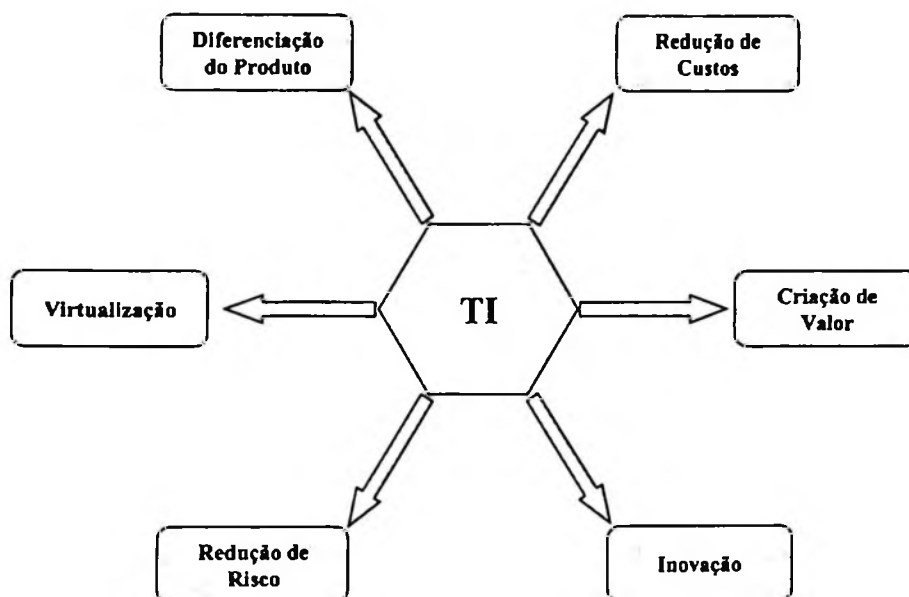


Figura 13 - Motivos para Utilização Intensiva de TI na Indústria Financeira  
Fonte: Adaptado de Cohen, 2000 p.34

## 5.2 Critérios de Alocação de Custos das Áreas de TI

Antes da definição e escolha de critérios para alocação dos custos de TI, é importante definir como esses departamentos podem ser considerados dentro da estrutura organizacional. Existem três estruturas básicas para os departamentos de TI:

- 1) Departamento de Suporte;
- 2) Departamento de Serviço;
- 3) Centro de Lucro.

Considerar os departamentos de TI como **Departamento de Suporte** é assumir que este presta um serviço comum a todos os produtos e departamentos da companhia. Dessa forma, o departamento de TI tem seu próprio orçamento, que é somado aos demais recursos considerados como *overhead* da empresa. Nesse caso, os usuários dos serviços de TI não são cobrados pelo consumo de serviços internos.

Para Shaller (1974, p. 41), considerar o departamento de TI como departamento de suporte tem algumas vantagens:

- incentiva o desenvolvimento de novas aplicações (sistemas), já que os usuários não serão cobrados pelas experiências que fizerem com seus aplicativos;
- essa estrutura é simples e nenhuma informação adicional é necessária para implementá-la.

As desvantagens são:

- o departamento de TI é visto como um departamento que adiciona apenas custos para a produção, sem nenhuma contrapartida para a companhia;
- o orçamento é a única ferramenta disponível para controlar os gastos dos departamentos de TI;
- pelo fato de não serem cobrados, os usuários tendem a consumir os recursos de TI de forma exagerada.

Orçamentos inflados em virtude da demanda exagerada dos departamentos usuários é o resultado final que se pode esperar, em função da falta de um mecanismo de cobrança interno para os serviços de TI.

Por outro lado, considerar os departamentos de TI como **Departamento de Serviço** significa considerar que qualquer departamento que fizer uso dos serviços prestados pela TI deverá pagar por eles. Os benefícios desse tipo de estrutura são (SHALLER, 1974):

- os departamentos usuários ao serem cobrados pela utilização somente farão solicitações cujos benefícios excedam o custo da prestação de serviço;
- a cobrança pelo serviço interno leva a uma conseqüente avaliação do serviço que está sendo prestado pelo departamento de TI.

No entanto, existem desvantagens na cobrança dos serviços internos de TI:

- a empresa incorre em custos para criação e monitoramento dos controles de consumo por departamento;
- departamentos com orçamentos pequenos e com forte utilização de TI vêm-se limitados quanto ao desenvolvimento de novos sistemas;
- os mecanismos de cobrança nem sempre são entendidos pelos usuários e acabam gerando desconfiança quanto ao custeio e descontentamento interno pela cobrança.

A terceira forma de se entender o departamento de TI é como **Centro de Resultado**. Nesse caso, os usuários são cobrados por meio taxas de mercado (ou preços internos), como

se o departamento de TI fosse um *bureau* de serviços de TI. Essa forma de enxergar o departamento de TI facilita a avaliação de desempenho do departamento e a comparação com empresas externas que prestam os mesmos serviços.

No entanto, os serviços internos prestados pelo departamento de TI nem sempre possuem preço definido pelo mercado (DRURY, 2000). Além do mais, tal forma de encarar esse departamento pressupõe uma forte autonomia dos demais departamentos da empresa, que poderão optar por serviços prestados por empresas externas, caso elas cobrem preços inferiores às taxas cobradas internamente.

Embora seja considerada superior em relação ao Centro de Custos, pesquisas indicam que a estrutura de Centros de Lucro é pouco utilizada pelas empresas nos Estados Unidos e no Japão. Sobre esse assunto, Sakurai (1997, p. 222) esclarece que:

A principal razão que as empresas japonesas têm para não usar o método do centro de lucro é que as informações internas são altamente confidenciais. Como a habilidade de o administrador buscar sempre o custo mais baixo está implícita no método do centro de lucro, a empresa precisa estar disposta a mostrar suas informações para terceiros. Se a empresa não aceita isso, deve-se utilizar o método do centro de custo.

O mesmo autor (*ibid.*) afirma que os custos de “processamento de dados” podem ser tratados ou como “*overhead*” ou podem ser “apropriados ou transferidos a outros departamentos”.

O departamento de processamento de dados pode ser considerado como sendo parte da matriz da empresa ou parte da fábrica. Se tratado como parte da fábrica, seus custos são considerados como *overhead* da fábrica. Estes custos não são apropriados ou transferidos a departamentos de operação, para fins de orçamento.

O autor segue apresentando uma série de pesquisas, realizadas nos Estados Unidos e no Japão, cujos resultados indicam que grande parte das empresas já utiliza critérios para alocação dos custos dos departamentos de TI. “[...] Segundo uma pesquisa efetuada nos Estados Unidos por Freeman e Liao, em 1981, 89% das empresas apropriam os custos do departamento de processamento de dados para avaliação de desempenho. [...] o resultado no Japão foi de 75% [...]”

Existem diversos trabalhos que concluem sobre os benefícios que se pode atingir com a alocação dos custos dos departamentos de TI, ou em outras palavras, com a necessidade de criação de **Sistemas de Cobrança Internos** para os departamentos de TI (DRURY, 2000; NOLAN, 1977; NOLAN, 1979; FINNEY, 1981; DOOST, 1997; DAVIES, 1989; CUSHING, 1976; SHALLER, 1974; BISGAY, 1987; GAUNTT, PORTER, 1985; FLOWER, 1988).

Essa crescente preocupação com a alocação dos custos dos departamentos de TI tem cinco razões principais (DRURY, 2000):

- 1) os gestores têm buscado controlar o crescimento rápido das despesas com TI. Apesar dos custos com equipamento e *software* estarem em queda, os custos com operação e manutenção tendem a aumentar;
- 2) os custos de suporte nos departamentos de TI mostram mudança de comportamento. Esses departamentos vão continuar funcionando como árbitros na avaliação de novas solicitações de equipamentos e/ou de aplicativos dos demais departamentos da empresa. Todavia, cresce a idéia de que os demais departamentos (e não a TI) devem arcar com todas as despesas de tecnologia por eles consumidas: sua rede interna, equipamentos, *softwares* etc. Para o departamento de TI, sobriariam os custos de desenvolvimento, de processamento centralizado e de operacionalização e apoio à rede;
- 3) a necessidade de determinação de custos mais precisos nas organizações vem crescendo (JOHNSON; KAPLAN, 1996);
- 4) no passado, a TI era utilizada para coleta de dados e processamento de transações. Atualmente, afeta toda a organização: estrutura, processo de gerenciamento, recursos humanos (SILVA, 2001) e, inclusive, o relacionamento com os clientes (exemplos disso são os próprios bancos). O gerenciamento dos recursos e a eficiência dos investimentos em TI tornaram-se fundamentais para as organizações;
- 5) como a computação está cada vez mais distribuída pela empresa, a estrutura dos custos foi alterada. Os custos de pessoal e suporte têm crescido drasticamente, assim, a mensuração dos custos indiretos e a atribuição destes aos consumidores estão se tornando importantes no gerenciamento dos custos de TI.

Levando isso em consideração, as pesquisas envolvendo o tratamento dos custos dos departamentos de TI têm sido direcionadas para três aspectos do problema (DRURY, 2000):

- determinação das condições para uso ou não de um sistema de cobrança interno;
- avaliação de alternativas para o sistema de cobrança;
- avaliação da eficiência do sistema de cobrança.

Essas três áreas de pesquisa sobre a alocação de custos de TI visam a montar um guia para responder às seguintes perguntas:

- Quando a empresa deve pensar na possibilidade de implementar um sistema de cobrança interno para TI?

- Que características esse mecanismo deve possuir para se adequar ao que a empresa gostaria de ver controlado?
- O mecanismo de alocação de custos está sendo eficaz no controle dos recursos consumidos em TI?

A Figura 14 descreve as três áreas de estudo sobre os sistemas internos de cobrança para os departamentos de TI:

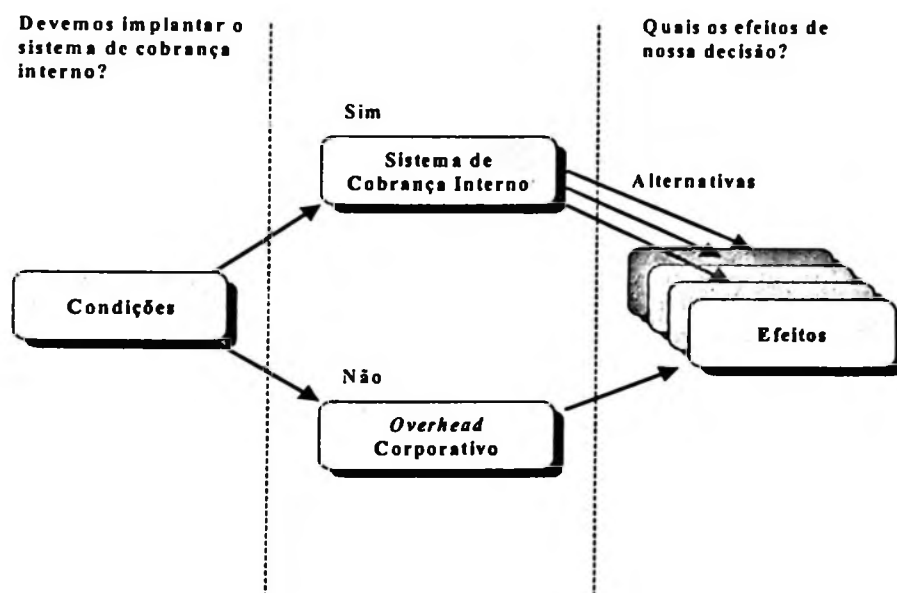


Figura 14 - Áreas de Pesquisa do Tratamento dos Custos de TI

Fonte: Adaptado de Drury, 2000 p. 300

### 5.2.1 Condições Necessárias para o Uso de um Sistema de Cobrança Interno

As pesquisas indicam que um sistema de cobrança interno para os departamentos de TI não é um instrumento para ser utilizado por todos<sup>26</sup> (DRURY, 2000).

Um sistema de cobrança interno deve ser implementado por empresas nas quais os custos com TI sejam relevantes. Para Drury (2000, p. 298), os fatores que favorecem a **inexistência** de sistemas internos de cobrança incluem: o baixo percentual das despesas com TI, as necessidades de consumo dos usuários serem muito semelhantes e casos em que grande parte do processamento é realizada por empresas terceirizadas.

Raghunathan e Raghunathan (*apud* DRURY, 2000) compararam empresas que haviam implantado sistemas de cobrança internos com empresas que não fizeram o mesmo. O resultado da pesquisa evidenciou que as empresas que apresentavam sistemas de cobrança

<sup>26</sup> Assume-se aqui uma posição segundo a teoria positiva da contabilidade. É óbvio que qualquer empresa (pequena, média ou grande) poderia criar seu sistema de cobrança interno, mesmo que a estrutura de custo não compensasse a manutenção de um sistema como esse. Em outras palavras, isso não ocorre normalmente.

internos possuíam uma descentralização maior da TI na empresa; as empresas eram maiores, forneciam maiores suportes de TI, maior integração das metas e seus orçamentos de TI tendiam a ser grandes. Essas características fornecem indícios interessantes sobre que tipo de empresa teria benefícios com a implementação de sistemas de cobrança internos para TI.

Os bancos, foco de análise deste trabalho, encaixam-se perfeitamente nessa descrição: apresentam uma grande concentração de suas despesas em itens relacionados à TI, além disso, existe uma descentralização significativa por toda a empresa, já que a utilização dos recursos oferecidos pela TI está disseminada por toda a organização (FEBRABAN, 2005).

## 5.2.2 Avaliação de Alternativas para o Sistema de Cobrança Interno

As alternativas para os sistemas de cobrança internos podem ser segregadas em alternativas de **bases de alocação** de custos e alternativas de **métodos de alocação** dos custos dos departamentos de TI.

### 5.2.2.1 Bases para Alocação dos Custos de TI

As bases de alocação dos custos são divididas em duas categorias: **método do fator único** e **método dos fatores múltiplos**.

Segundo Sakurai (1997, p. 227), o método do fator único aloca os custos aos usuários por intermédio de apenas um fator de apropriação. Isso é viável em situações cujas dimensões do departamento de TI não sejam significativas em relação às despesas totais da empresa. Ademais, esse departamento deve executar sempre as mesmas tarefas de processamento de forma muito similar (padronizada) para todos os seus usuários.

Nesse caso, a empresa deve buscar um fator de alocação que seja um substituto razoável para ser definido como direcionador do custo total de TI. Por exemplo, se as despesas de pessoal são as mais significativas do departamento, talvez a **hora de mão-de-obra direta** seja um bom direcionador para servir de critério de alocação para as demais despesas da área de TI. Se, por acaso, a principal despesa for na verdade a depreciação dos equipamentos, a opção pelo direcionador único para as despesas de TI pode ser o **tempo de CPU** (*Central Processing Unit*).

O cálculo para alocação dos custos (*Custo Alocado*) aos usuários é feito pela multiplicação da taxa unitária ( $T_{uni}$ ) pelo nível de consumo de cada usuário (quantidade de



mão-de-obra direta -  $Hora_{MOD}$  ou quantidade de tempo de CPU -  $Tempo_{CPU}$  utilizados). A taxa unitária ( $T_{unit}$ ) é obtida pela divisão do custo total ( $CT$ ) pelo fator único escolhido ( $F_{único}$ ), ou seja:

$$T_{unit} = \frac{CT}{F_{único}}$$

Caso a Hora de Mão-de-Obra fosse escolhida como método de alocação, resultaria em:

$$Custo\ Alocado = T_{unit} \times Hora_{MOD}$$

Caso o tempo de CPU fosse escolhido, resultaria em:

$$Custo\ Alocado = T_{unit} \times Tempo_{CPU}$$

Sakurai (1997, p. 227) adverte para o fato de que a alocação por fator único atrai pela simplicidade do critério. Contudo, caso a base de alocação não seja adequada para a distribuição dos custos entre os usuários, isso acarretará uma série de conflitos entre estes e o departamento de TI.

Cushing (1976, p. 49) define a base de alocação de um único fator como sendo “uma única medida que reflete todo o conjunto de componentes disponíveis para os usuários durante a execução do aplicativo”. O autor esclarece que a opção pela utilização de um mecanismo único para determinar o preço de transferência para os usuários é viável, caso haja uma uniformidade de tipos de equipamentos e de serviços prestados entre os usuários. Desse modo, a base única é facilmente entendida e aceita pelos usuários do serviço. Caso haja diferenciação entre equipamentos do sistema de processamento e os serviços sejam diferenciados também entre os usuários, a utilização de taxas únicas de alocação de custos não será facilmente entendida ou aceita pelos usuários.

A outra forma de alocação de custos é pelo **método de critérios múltiplos**. Ao contrário do que foi descrito antes, é utilizado em situações nas quais a complexidade do sistema de processamento de dados não permite a adoção de um único direcionador para alocação dos custos aos usuários.

O mesmo autor (*idem*) afirma que o método de critérios múltiplos caracteriza-se pela utilização de diversas taxas de alocação de custos para cada componente (ou grupo de componentes) disponíveis para os usuários na prestação de serviço. Isso significa que, como um aplicativo ao ser processado pelo departamento de TI consome recursos distintos (tempo de CPU, espaço em disco, linhas impressas, número de portas, transações de entrada e saída

etc.), cada recurso (ou grupo deles) terá sua taxa específica de apropriação aos usuários de acordo com o consumo.

Esse mecanismo de apropriação dos custos é, sem dúvida, mais justo, nos casos em que existe uma diferenciação significativa de consumo de recursos entre os usuários dos serviços do departamento de TI. Embora seja mais justo, é também muito mais complicado e caro de ser desenvolvido e implementado. Além disso, sua complexidade pode não ser entendida pelos usuários dos serviços de TI.

Sakurai (1997, p. 227) concorda com as afirmações sobre o **método de critérios múltiplos** quando afirma que:

Unidades que dimensionam os recursos de um computador, como, por exemplo a quantidade de linhas impressas ou a proporção da memória usada, são difíceis de entender pelo usuário. Ainda esse não pode efetivamente controlar esses fatores. Quando é utilizado o método de múltiplos fatores, sua complexidade e sua sofisticação podem aumentar a frustração do usuário.

Shaller (1974, p. 46) afirma que o **método de critérios múltiplos** “encoraja os usuários a empregar uma combinação de recursos que minimizaria o custo total do sistema”. Porém, afirma que o sistema é complexo: “Infelizmente, o custo do coletor de dados e do gravador de registros é relativamente alto e se os usuários não entenderem a fórmula de determinação do preço, a vantagem do **controle** fica perdida” [grifo do autor].

A forma de cálculo do custo alocado pelo **método de critérios múltiplos** é a mesma que foi apresentada para o **método do fator único**. A única diferença é o número de taxas utilizadas no cálculo de alocação dos custos, isso é:

$$\text{Custo Alocado} = T_{\text{unit}} \times \text{Hora}_{\text{MOD}} + T_{\text{unit}} \times \text{Tempo}_{\text{CPU}} + \dots$$

O custo a ser alocado é igual ao somatório das taxas unitárias dos recursos utilizados multiplicados pelo consumo de cada um dos fatores.

### 5.2.2.2 Alocação Total dos Custos

Inicia-se agora a descrição dos **métodos de alocação** de custos. Os sistemas de cobrança internos podem ser parametrizados para alocação total ou parcial dos custos, e podem estar baseados em valores orçados ou em valores reais. A alocação de custos aos departamentos usuários pode ainda ser realizada por meio de uma taxa de apropriação fixa multiplicada pelo nível de consumo ou uma taxa que varia de acordo com horários de pico de utilização (preços de transferência flexíveis). As alocações de custos também podem ser realizadas por meio da utilização do Custeio Baseado em Atividades (BREWER, 1998). Essas

são algumas das alternativas possíveis para um sistema de cobrança interno para os departamentos de TI.

Com relação ao método de alocação de custos totais, Sakurai (1997, p. 228) explica que: “A meta do princípio de repasse total é eliminar todos os custos do departamento de processamento de dados; isto é, transferir todos os custos aos departamentos usuários dos serviços”.

Para Shaller (1974, p. 42), apesar do método de alocação de custos totais ser um mecanismo interessante, já que “a taxa reflete todos os custos de prestar o serviço”, o mesmo traz uma série de problemas:

- as taxas alteram-se com muita frequência, em função da modificação na demanda;
- as elevações e diminuições nas taxas, a cada novo cálculo do custo, não são controladas pelos usuários. Isso diminui a confiabilidade na informação e põe em dúvida a eficiência do departamento de TI;
- como a taxa de alocação de custos depende e varia de acordo com o consumo de todos usuários, isso diminui o interesse individual de melhoria na eficiência do consumo de recursos de TI, já que os esforços não gerarão, necessariamente, benefícios para os departamentos usuários;
- na alocação total dos custos, pode também ocorrer uma tendência de subutilização dos recursos de TI, isso ocorre porque a maior parte dos custos nos departamentos de TI são fixos (pessoal e depreciação). Sendo assim, o custo incremental de uma nova utilização é baixo (e aumenta ao se atingir a capacidade total). A utilização eficiente dos recursos ocorre em níveis de utilização elevados, e a baixa utilização dá origem a custos unitários altos, que desencorajam a entrada de novos usuários e incentiva a diminuição do consumo dos usuários já existentes.

Bisgay (1987, p. 57) menciona que: “O custeio por absorção aloca todo o custo do sistema de informação aos usuários. Todavia, este método pode desencorajar o uso dos serviços do sistema de informação se as taxas forem altas que já é resultado de uma baixa utilização dos serviços.”

Cushing (1976, p. 49), corroborando com os outros autores, comenta que: “O custeio por absorção (também chamado apuração pelo custo médio) envolve o uso de uma taxa ou de taxas suficientes para cobrir o custo total da operação do processamento de dados.”

No entanto, Cushing (1976) também observa que existe a vantagem da simplicidade por trás da utilização do custeio por absorção, o que facilita também a sua compreensão por parte dos usuários (o autor não comenta sobre a **aceitação**). As desvantagens apontadas pelo autor são as mesmas apontadas pelo demais: variação dos valores das taxas de acordo com o nível de consumo; quando a taxa está alta, desencoraja a utilização do serviço; quando a taxa está baixa, encoraja a utilização, o que pode levar a problemas de insuficiência na capacidade de processamento.

O autor supra citado ainda comenta que o custeio por absorção não leva em consideração que algumas aplicações (sistemas) são prioritárias sobre outros aplicativos. Em suas palavras, o custeio por absorção desmotiva o departamento de processamento de dados em controlar as diferenças entre os usuários no consumo dos recursos, já que esses usuários serão cobrados pelos custos totais, independentemente do que tenham processado.

### 5.2.2.3 Alocação Parcial dos Custos

Nesse caso, o sistema de cobrança interno é parametrizado para alocar apenas uma parte do custo para os usuários da prestação de serviços. A idéia central é que nenhuma ineficiência na prestação de serviço deve ser repassada aos usuários.

De acordo com Sakurai (1997, p.228): “O princípio [do repasse parcial de custos] fundamenta-se na lógica de que somente custos diretos devem ser repassados, e os custos indiretos devem ser suportados pelo departamento de processamento de dados.”

Em outras palavras, aloca-se aos usuários apenas o que pode ser identificado como específico daquele usuário; os custos estruturais (fixos) são assumidos pelo departamento de TI. O autor desta tese não acredita que essa seja uma opção interessante, e já teceram-se comentários sobre os efeitos que isso traria para a utilização dos serviços internos (ZIMMERMAN, 1979).

Bisgay (1987, p. 57) comenta que a alocação de custos inferiores ao custo total encoraja a utilização da capacidade instalada do sistema de informação. O autor ainda afirma que esse tipo de alocação de custos encaixa-se muito bem para as fases iniciais de implementação dos sistemas de cobrança internos<sup>27</sup>.

Para minimizar os efeitos da variação das taxas pela alocação dos custos totais e pela influência causada pelo nível de consumo dos usuários, os sistemas de cobrança internos para os departamentos de TI podem ser parametrizados para calcular taxas de alocação de custos

---

<sup>27</sup> Ver Nolan (1979) sobre as fases de implementação de departamentos de TI.

de longo prazo. Essas taxas irão aumentar as diferenças entre o preço cobrado dos usuários e o custo real consumido pela TI, mas diminuirão os problemas com as flutuações nas taxas de alocação (SHALLER, 1974).

### 5.2.3 Avaliação da Eficácia do Sistema de Cobrança

Este tópico tem relação com a avaliação dos benefícios atribuídos e, efetivamente, obtidos pela implementação de um sistema de cobrança interno para os departamentos de TI.

O trabalho de Nolan (1977) foi o primeiro que avaliou as conseqüências comportamentais e organizacionais da implementação de sistemas de cobrança internos para os departamentos de TI. O artigo de Nolan (1977) iniciou-se com um relato de um caso no qual o autor descreve trechos de uma situação envolvendo a cobrança de serviços internos de processamento de dados. Apresenta-se a seguir um pequeno resumo do caso, pois se acredita que esse exemplo encaixa-se perfeitamente no contexto no qual pode ser inserido o modelo de sistema de cobrança interno proposto mais adiante nesta tese.

O autor supra citado demonstrou uma situação em que um vice-presidente de marketing de uma empresa tinha acabado de receber uma “fatura” que descrevia os serviços prestados pelo departamento de TI e também os respectivos custos desses serviços. A Tabela 12 apresenta a fatura:

Tabela 12 – “Fatura” de Cobrança dos Serviços de TI

<i>Fatura dos Serviços de Processamento de Dados</i>			
Recursos	Uso	Unitário	Total
Tempo de Computador (minutos)	243.000	0,0400	9.720,00
CPU (segundos)	2.430.000	0,0167	40.500,00
Kilobytes (1K memória/minuto)	14.515.000	0,0016	23.220,00
EXPC (I/O acessos)	105.000.000	0,0002	21.000,00
<b>Total</b>			<b>94.440,00</b>

Fonte: Nolan (1977, p. 115)

O vice-presidente de marketing não entendeu a fatura e questionou o valor alocado para o departamento. Sua principal indignação era no tocante à evolução das despesas que, três meses após a centralização das atividades de TI, atingiram \$94.440,00 e abocanharam quase 25% do orçamento do departamento de marketing.

Ao solicitar informações sobre as variações da despesa, o vice-presidente de marketing não as compreendeu, já que as explicações foram extremamente complexas e

apresentavam motivos relacionados a problemas de caráter técnico de implementação do departamento de TI.

Não satisfeito com as explicações dadas pelo pessoal de TI, o vice-presidente de marketing comunicou que não estava interessado em discutir problemas técnicos sobre TI e que gostaria que sua fatura diminuísse no mínimo 25%.

O encarregado do departamento de TI informou ao vice-presidente de marketing que o departamento de TI era apenas um departamento de serviço, e que não cabia a ele realizar tais cortes. O vice-presidente de marketing então questionou: “Então, que item da fatura eu poderia atacar para reduzir custos: segundos de CPU, tempo de computador, *kilobytes* ou EXCP?”.

Por meio do exemplo, conclui-se que o sistema de cobrança interno de TI é incompreendido pelos seus usuários e não atinge o objetivo de controle dos custos, já que não oferece ferramentas para gestão de custos por parte dos usuários.

A partir desse ponto, Nolan (1977, p. 116) descreve sete elementos que deveriam ser levados em consideração na montagem de um sistema de cobrança interno para as áreas de TI:

- 1) **avaliar o status do serviço de TI:** aspectos técnicos que podem fazer parte do modelo de alocação de custos entre as áreas são mais bem aceitos em empresas de alta tecnologia nas quais essa linguagem faz parte da rotina da empresa. Empresas de serviço, por exemplo, terão mais dificuldade com esses termos e, por isso, o modelo deverá adaptar-se a essas características. Ademais, é importante entender que o sistema de cobrança interno não pode ser mais sofisticado do que o sistema de controle gerencial utilizado por toda a companhia. São avaliados também nesse momento a organização do departamento de processamento de dados, os mecanismos de controle de consumo existentes e os relatórios disponibilizados aos usuários;
- 2) **verificar como o processamento de dados é organizado:** apesar da centralização das áreas de TI ser uma realidade, algumas atividades de TI ainda ocorrem fora desses departamentos. A grande questão é a definição das atividades que serão centralizadas nos departamentos de TI, a qual permitirá a criação de sistemas de cobrança internos que refletirão a organização atual de TI;
- 3) **avaliar a capacidade do sistema contábil para suportar o sistema de controle gerencial de TI:** o sistema contábil deve estar preparado para suportar

aquilo que se necessita extrair do sistema de cobrança interno, além de servir como base para implementação do sistema na companhia;

- 4) **avaliar a atual abordagem do sistema de cobrança interno:** um sistema de cobrança interno útil deve comunicar aos gestores as conseqüências de suas decisões no que se refere à utilização dos serviços internos. A responsabilidade pelo custo irá fazer com que os usuários sintam-se motivados a aplicar os recursos de forma mais eficiente e eficaz.

Nolan (1977, p. 120) determinou quatro critérios para definir a utilidade do sistema de cobrança interno: Compreensibilidade, Controlabilidade, *Accountability* e Incidência do Custo/Benefício.

- **Compreensibilidade:** Os usuários conseguem entender que o valor cobrado pelos serviços internos de TI está associado à execução de atividades necessárias ao atingimento dos objetivos do departamento dentro da companhia?
  - **Controlabilidade:** Qual o grau de atuação do departamento usuário sobre os elementos que dão origem à cobrança do serviço? Os gestores podem atuar diretamente sobre os fatores que geram os custos para o departamento de TI?
  - ***Accountability*:** Os custos alocados pelo departamento de TI, por meio do sistema de cobrança interno, foram incluídos na avaliação de performance dos usuários?
  - **Incidência do Custo/Benefício:** Os usuários responsáveis pelo consumo dos recursos incorridos pelo departamento de TI estão recebendo a cobrança por esses custos? O custo está sendo confrontado com os benefícios gerados pelo departamento usuário do serviço de TI?
- 5) **desenvolver objetivos e estratégias para o sistema de cobrança interno:** os sistemas de cobrança internos não devem ser utilizados simplesmente para montagem de relatórios financeiros e com o único propósito de acompanhamento do orçamento, nem para servir apenas para alocação dos custos das áreas de TI. “O sistema de cobrança interno coloca os usuários no reinado do controle e do *accountability*” [grifo do autor] (NOLAN, 1977 p.120). Nesse caso, é necessário responder às seguintes perguntas: Os objetivos do sistema de cobrança interno estão claramente definidos? Os objetivos foram

definidos levando em consideração os resultados desejados na avaliação de performance dos departamentos?

- 6) **fixar metas de implementação:** a implementação do sistema de cobrança interno é extremamente complexa, pois altera uma série de comportamentos disseminados por muito tempo dentro da organização. As metas de implementação precisam ser bem definidas;
- 7) **implementar e rever:** a implementação envolve diversas áreas da companhia, não somente o departamento de TI. A implementação deve incluir as percepções dos gestores sobre o sistema de informações e as alternativas devem ser avaliadas.

Davies (1989, p. 4) também relacionou uma série de objetivos que devem fazer parte do desenvolvimento de um sistema de cobrança interno:

- 1) **Recuperação dos Custos:** o custo atribuído ao usuário deve ser, no mínimo igual, ao custo de fornecer o serviço;
- 2) **Eqüitativo:** o algoritmo de cálculo do sistema de cobrança interno deve permitir que seja atribuído aos usuários apenas o que foi feito para fornecimento do serviço;
- 3) **Reprodutibilidade:** os custos atribuídos a um aplicativo devem ser semelhantes, se não iguais, aos que foram atribuídos a outro aplicativo que utilizou os mesmos recursos que o primeiro;
- 4) **Compreensibilidade:** a fatura deve ser facilmente entendida pelos usuários, auxiliar na explicação dos recursos de TI e na criação de estimativas dos custos de desenvolvimento dos aplicativos propostos;
- 5) **Conformidade com Plano Estratégico:** o sistema de cobrança interno deve ser desenvolvido com características que assegurem sua conformidade com as políticas operacionais, com a filosofia e com as metas da organização;
- 6) **Competitividade dos Custos:** o valor cobrado internamente pelo serviço deve ser comparado às taxas oferecidas por prestadores de serviços externos, especialmente quando os departamentos têm acesso a recursos externos;
- 7) **Complexidade:** o sistema de cobrança deve ser detalhado o suficiente para evitar (ou minimizar a necessidade de) distribuição arbitrária dos custos inerentes aos avanços tecnológicos implementados;



- 8) **Estabilidade:** o sistema de cobrança interno deve permitir o cálculo de taxas que não sofram variações significativas sob pena de perda de confiança dos usuários em acreditar que podem controlar seus próprios custos;
- 9) **Estabilidade no Relatório de Utilização:** a informação deve ser passada em relatórios previamente explicados aos usuários. Os relatórios não devem sofrer alterações significativas;
- 10) **Diferenciação:** o sistema de cobrança interno deve ser capaz de monitorar o uso ou o tempo de utilização dos usuários;
- 11) **Alocação dos recursos:** o sistema deve estar apto a realizar a alocação dos recursos de uma maneira racional;
- 12) **Regulamentação do Consumo:** o sistema de cobrança deve ser capaz de regular a demanda pela utilização dos serviços de TI, atribuindo uma taxa aos usuários que permita gerar um nível de consumo esperado.

Para Drury (2000, p. 302), a intenção de alterar o comportamento dos usuários e aumentar o controle sobre os custos com a utilização dos sistemas de cobrança internos faz com que esses sistemas devam incorporar características como:

- 1) Justiça;
- 2) Equanimidade;
- 3) Responsabilidade;
- 4) Controle.

Herman (1997, p. 24) também descreve os objetivos de um sistema de cobrança interno para TI. Segundo o autor, esses sistemas devem perseguir os seguintes objetivos:

- 1) Justiça;
- 2) Controle;
- 3) Simplicidade;
- 4) Encorajar eficiência;
- 5) Limitar o uso de recursos escassos;
- 6) Encorajar comportamentos importantes para a companhia.

Enfim, os autores são unânimes em afirmar que os sistemas de cobrança internos para TI devem possuir características que permitam ou facilitem sua implementação como instrumento de controle e de condução dos comportamentos considerados adequados para a empresa atingir seus objetivos.

### 5.3 Características Essenciais do Sistema de Cobrança Interno de TI (SCITI)

Este trabalho contempla o segundo e terceiro ramos de pesquisas apontados por Drury (2000): **avaliação de alternativas** para o sistema de cobrança e a preocupação com a **eficácia** desse sistema.

A revisão bibliográfica sobre o assunto é bastante esclarecedora no tocante à definição das características essenciais que o SCITI deve possuir. Neste tópico, será feita uma organização desses fatores para que sejam demonstrados de forma consistente no modelo que se pretende propor para tratamento e controle dos custos de TI.

Desse modo, acredita-se que o desenvolvimento de um SCITI deve considerar alguns aspectos para seu desenvolvimento e adequação quanto ao objetivo de **controle dos custos**:

- 1) **Complexidade**: deve segregar os principais serviços prestados pelo departamento de TI. Essa segregação leva em consideração a existência de diferenças na composição dos custos entre esses serviços (Método de Critérios Múltiplos);
- 2) **Custos a serem alocados**: deve alocar os custos até o limite do custo marginal de prestação do serviço (Alocação Parcial dos Custos);
- 3) **Compreensibilidade**: deve permitir que os usuários entendam **o que** está sendo alocado e **porque** os custos estão sendo alocados para ele;
- 4) **Controlabilidade**: deve servir como instrumento de gestão de custos por parte do usuário, que deve gerir seus custos de TI de acordo com as métricas utilizadas para alocação de custos;
- 5) **Accountability**: o custo alocado pelo SCITI deve compor os custos do departamento usuário para avaliação de sua performance;
- 6) **Eqüitativo**: a alocação de custos deve ser a mesma para usuários que consomem os mesmos serviços de TI e com a mesma intensidade;
- 7) **Estabilidade**: os custos da prestação do serviço não devem variar pela entrada ou saída de um usuário;
- 8) **Alinhamento Estratégico**: o sistema de cobrança deve estimular comportamentos desejados pela empresa;
- 9) **Competitividade**: os serviços internos poderão ser comparados individualmente ou no grupo quanto à eficiência na prestação do serviço com instrumentos externos de avaliação.

A implementação do modelo proposto neste trabalho exige a criação de mecanismos de negociação entre o departamento de TI e seus usuários, além da participação da Corporação<sup>28</sup> nos critérios de alocação de custos. Esses mecanismos serão comentados mais detalhadamente no Capítulo 6.

---

<sup>28</sup> Será utilizada essa denominação para indicar um centro de custos que receberá custos exclusivamente para permitir que as políticas de incentivo e de justiça sejam implementadas pelo modelo de alocação de custos.



## 6 MODELO PROPOSTO

Por motivos de confidencialidade, o nome da instituição que serviu de base para a elaboração do modelo de alocação de custos apresentado neste trabalho não será revelado.

Todos os números utilizados no exemplo numérico são fictícios e foram colocados neste trabalho apenas para demonstração do modelo de alocação de custos proposto.

O conteúdo deste capítulo foi escrito com base em estudos feitos para alocar os custos do DTI em um grande banco de varejo. Denomina-se essa empresa de **Banco de Varejo (BV)**.

Os exemplos utilizados e as conclusões a que se chega neste trabalho, em termos de estrutura e funcionamento das áreas de TI, bem como dos serviços prestados por essas áreas, são descrições daquilo que foi encontrado na instituição.

### 6.1 Estrutura Básica do DTI

A seguir, apresenta-se uma descrição da estrutura básica do Departamento de TI nos bancos:

1. **Departamento de Tecnologia da Informação (DTI):** tem como função centralizar e otimizar a utilização dos recursos de TI, e é responsável pelo processamento centralizado das aplicações consideradas críticas para o banco. O DTI pode utilizar vários tipos de equipamentos, dentre eles destacam-se:
  - a. **Mainframe** (Plataforma Alta): é utilizado para processamento de grande quantidade de informação. Nos bancos, é utilizado para processar operações on-line de contas corrente e outros sistemas considerados críticos para a atividade bancária;
  - b. **Servidores Web:** são utilizados para dar suporte às operações *WEB*. Nos bancos, são os responsáveis pela efetivação das operações realizadas no *Internet Banking*;
  - c. **Servidores de Plataforma Baixa:** são utilizados para executar aplicações de baixa plataforma. Esses equipamentos possuem capacidade de processamento inferior à de um *Mainframe* e são utilizados para o processamento de diversas aplicações de uso específico de algum departamento do banco.

A Figura 15 demonstra a estrutura dos departamentos de TI no Banco de Varejo:

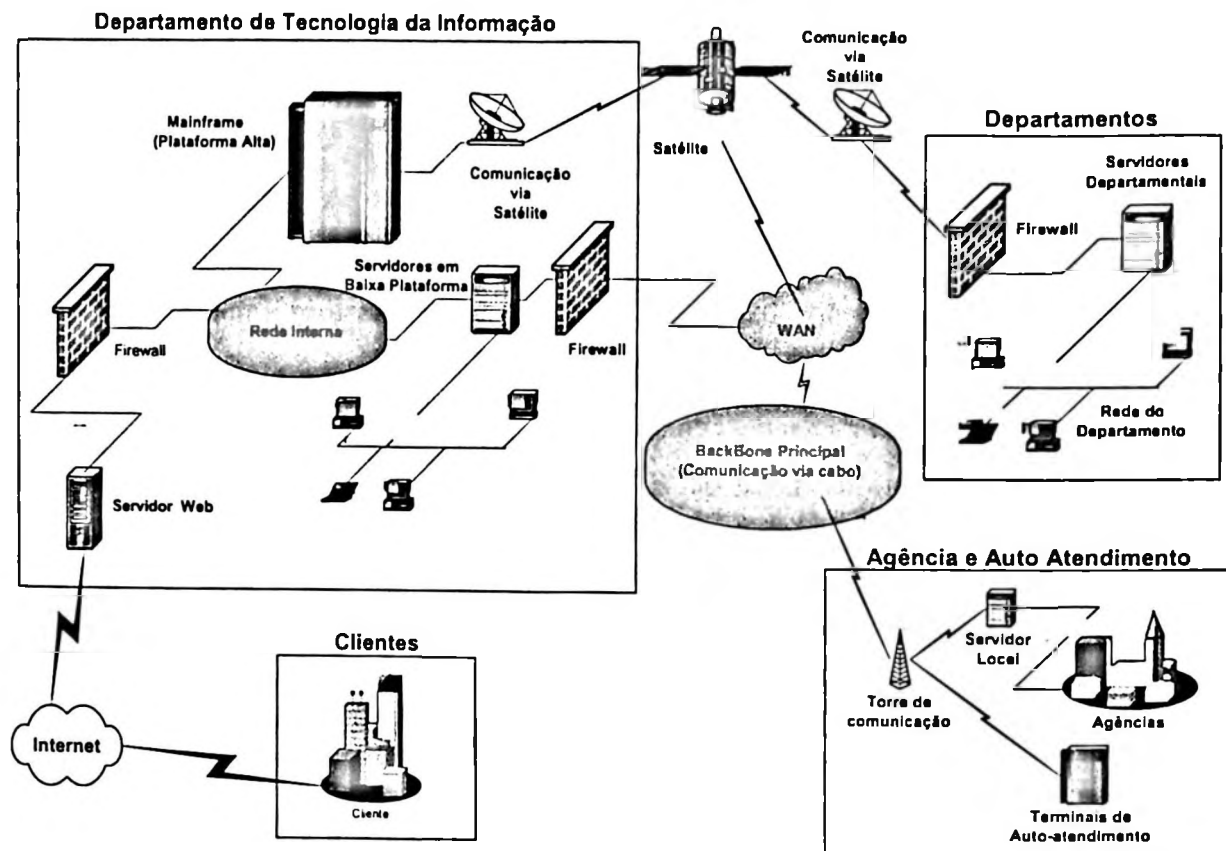


Figura 15 – Estrutura das Áreas de TI

2. **Infra-estrutura de Comunicação:** a comunicação é composta pelo meio físico-lógico, que possibilita a transferência de dados entre as unidades do banco:
  - a. **Satélite:** é utilizado para comunicação entre áreas que não possuem infra-estrutura de comunicação mais usuais, como cabos ou ondas de rádio. Nos ambientes bancários, os satélites são utilizados para conectar agências, postos de serviços ou mesmo extensões de departamentos localizados em regiões mais distantes da matriz do banco;
  - b. **WAN (Wide Area Network):** redes remotas, de longa distância. Rede formada pela ligação de sistemas de computadores localizados em regiões fisicamente distantes. A WAN normalmente utiliza linhas de transmissões de dados oferecidas por empresas de telecomunicações;
  - c. **Rede Interna:** meio de comunicação que permite a comunicação entre os computadores de um departamento ou mesmo entre um servidor e os computadores (terminais) dos departamentos (agências).

3. **Departamentos:** os departamentos possuem, caso seja necessário, uma infra-estrutura própria de processamento de dados com servidores de banco de dados, aplicação, rede e até *Internet*. As aplicações diferenciam-se das que são processadas no *mainframe* por serem de uso exclusivo de um departamento responsável pela infra-estrutura;
4. **Agências:** infra-estrutura de comunicação e servidores próprios (geralmente, Baixa Plataforma). As agências possuem alguns recursos para permitir, em situações anormais de operação, o funcionamento independente da agência. A manutenção desse ambiente e o monitoramento de seu funcionamento são de responsabilidade do DTI;
5. **Terminais de auto-atendimento:** existem equipamentos de comunicação para permitir que transações realizadas pelos equipamentos de auto-atendimento sejam efetivadas. Esses equipamentos, de forma geral, são administrados por departamentos específicos dentro da estrutura organizacional do banco. A responsabilidade do DTI é unicamente manter em funcionamento sua comunicação com esses departamentos. Em alguns bancos, o DTI também fica responsável pelo acionamento de equipe para a manutenção preventiva do equipamento de auto-atendimento, para o abastecimento do equipamento e para reparos emergenciais;
6. **Cliente:** em alguns casos, principalmente com pessoas jurídicas, os clientes possuem em seu computador um *software* de acesso aos serviços bancários disponibilizado pelo próprio banco ou, na maioria dos casos, podem utilizar serviços de *Internet* para se conectar ao Banco *On-Line*. Em casos muito específicos (e raros) os equipamentos podem ser também disponibilizados pelo banco.

Com base na estrutura descrita, o DTI pode ser subdividido em 5 principais setores:

- 1) **Setor de Produção:** responsável pelo processamento das aplicações críticas do banco. É também responsável pelo acompanhamento do processamento, pela guarda (armazenagem) e pela disponibilização dos dados (impressão) para o banco;
- 2) **Setor de Operação:** responsável pelo suporte aos usuários da estrutura de TI do banco. É também responsável pela instalação de *softwares*, pelo monitoramento da operação das redes de comunicação (corporativa, departamental e *Internet*) e pela solução de problemas nas redes de baixa plataforma dos departamentos;

- 3) **Setor de Comunicação:** responsável pelo planejamento e disponibilização dos meios de comunicação necessários para os usuários de TI do banco;
- 4) **Setor de Segurança:** responsável pelo monitoramento dos ambientes operacionais do banco para protegê-los contra eventuais “invasões” e para zelar pela atribuição dos níveis de acesso à informação, definidos pelo banco. Cadastro de usuários e o controle dos perfis de segurança dos sistemas são algumas das atividades realizadas por esse setor;
- 5) **Desenvolvimento de Sistemas:** responsável pelo aprimoramento e desenvolvimento de sistemas do banco. É responsável também pela gestão da política de uniformização da linguagem de programação dos sistemas que, obviamente, segue os padrões definidos pelo banco, bem como pela avaliação de “pacotes” de *softwares* que estejam sendo solicitados pelos departamentos do banco. A avaliação tem como objetivo certificar que o sistema pode se adaptar aos padrões de segurança, linguagem, integração etc. dos demais sistemas e até mesmo dos equipamentos disponíveis no banco.

## 6.2 Serviços Prestados pelo DTI

Cada um dos setores do DTI desenvolve uma série de serviços que se encarrega de disponibilizar para os demais departamentos do banco. Neste tópico, são descritos os principais serviços sob a responsabilidade dos setores do DTI. Essa relação servirá de base para a criação do SCITI (Sistema de Cobrança Interno de Tecnologia da Informação) e para alocação de custos para os departamentos usuários.

Ademais, são descritas as bases para aquisição desses recursos no mercado. Aliás, esta é uma das características das áreas de TI: os recursos utilizados pelas áreas usuárias são adquiridos de acordo com uma característica específica, como capacidade de processamento (MIPS), armazenamento (Gigabytes), transmissão de dados (Kbps) etc. Essas características serão utilizadas no modelo de custeio para determinar a importância dos usuários na composição dos custos das áreas de TI.

Um exemplo disso é apresentado em Turban et al. (2003, p. 77), no qual os autores relatam a seguinte situação: “Em 2000, a capacidade do *mainframe* foi cotada a aproximadamente US\$ 2.260 por MIPS (Milhões de Instruções por Segundo), caindo consideravelmente de US\$ 9.410 em 1997. Espera-se que os preços caiam para US\$ 490 por MIPS em 2004”.



É por meio dessas métricas de aquisição de capacidade que devem ser entendidas tanto a aquisição dos recursos postos à disposição pelo DTI quanto a forma como estes são consumidos pelos departamentos usuários.

Sabe-se que a diminuição da qualidade dos serviços de TI está diretamente relacionada ao atingimento da capacidade prática<sup>29</sup> de trabalho dos recursos existentes. A decisão de aquisição de recursos pelo DTI ocorre na medida em que o nível de consumo de serviços (ou recursos) aproxima-se da capacidade prática de fornecimento do serviço.

A degradação do serviço, pela aproximação ao nível prático de atendimento de solicitações de serviços, corresponde ao custo de oportunidade que o DTI deve levar em consideração para aumentar ou não os recursos comprometidos pelo departamento, em contrapartida à aceitação da degradação (ZIMMERMAN, 2000).

### 6.2.1 Setor de Produção

Os setores de produção são responsáveis por todos os recursos necessários para o processamento dos aplicativos considerados críticos para o banco. Estão, sob sua responsabilidade, diversos equipamentos, como computadores, dispositivos de disco, dispositivos de fitas magnéticas, robôs da área de processamento e também as impressoras.

Cada um desses recursos possui uma métrica (MIPS, gigabytes, terabytes, quantidade de cartuchos, quantidade de linhas impressas etc.) que determina seu custo de aquisição considerando o nível de atividade projetado para o banco. A partir dessas métricas e da projeção de demanda dos serviços, o DTI toma as decisões de aquisição dos recursos (aquisições de capacidade).

Além dos equipamentos, o DTI conta com uma equipe de funcionários que monitora a fase de processamento das transações do banco. Essa equipe de funcionários é responsável pela manutenção, suporte e acompanhamento da performance de processamento do *mainframe*.

Os serviços de *mainframe* (plataforma alta) podem ser subdivididos da seguinte forma:

- a. **Processamento:** composto por equipamentos responsáveis pelo processamento *on-line* ou *batch* dos aplicativos do banco. São adquiridos em função da

---

<sup>29</sup> Segundo Ostrenga (1988, p. 39) a capacidade prática “é a utilização dos recursos em um nível sustentável em condições operacionais atingíveis”, ou seja, é o limite de capacidade atingível descontando os feriados, tempos de manutenção de máquinas e outros fatores dentro da normalidade, que limitam a capacidade de produção da empresa.

expectativa de **MIPS** (milhões de instruções por segundo) a ser processada no DTI;

- b. **Armazenagem em Disco:** os aplicativos utilizam, durante o seu processamento, algum espaço em disco. A informação da quantidade de espaço em disco consumida pelo aplicativo pode ser obtida no fabricante do *software* ou na equipe que desenvolveu o *software* internamente. A capacidade de prestação desse serviço é adquirida em função da quantidade de **gigabytes** demandados pelos aplicativos (em alguns bancos, as cifras já chegam a **terabytes**);
- c. **Armazenamento em Fitas:** é comum que os aplicativos façam uso de outros tipos de mecanismos de armazenamento, como os cartuchos e as fitas. Os dados entram e saem do *mainframe* de acordo com a necessidade de processamento. Esses mecanismos são utilizados para diminuir o custo da aquisição de capacidade de armazenamento. Em geral, o DTI possui robôs que se encarregam do processo de gravação e guarda das fitas magnéticas. A aquisição das fitas é medida em função da demanda por **gigabytes** de memória necessários;
- d. **Impressão:** em alguns casos, os relatórios resultantes do processamento de um aplicativo são impressos pelo DTI. A métrica que determina o aumento da capacidade existente é a demanda por **linhas impressas** ou por MLI (milhares de linhas impressas).

### 6.2.2 Setor de Operação

Como descrito anteriormente, essa área desempenha funções relacionadas ao monitoramento do processamento em equipamentos de baixa plataforma e realiza o acompanhamento do funcionamento das redes internas dos departamentos. Estão sob sua responsabilidade os seguintes serviços:

- a. **Processamento em Servidores:** os processamentos em servidores podem ser efetuados *on-line* ou em *batch*; nos dois casos, o consumo de espaço em disco de cada aplicativo é o fator que determina a aquisição de um volume maior de **memória em disco** (medido em megabytes). Quando se trata de processamento em servidores, alguns *softwares* utilizam diversas camadas.

Tais camadas devem ser somadas e os espaços consumidos nos servidores de dados, aplicação e de arquivos<sup>30</sup> devem compor o custo dos usuários;

- b. **Armazenagem Dedicada:** espaço em disco dedicado ao armazenamento de arquivos utilizados pelos departamentos. Esse espaço pode ter um tamanho padrão (por exemplo, 100 gigabytes por departamento) ou ser negociado de acordo com a necessidade de espaço em disco de cada departamento. A métrica utilizada para definição da capacidade comprometida é definida pela quantidade de **megabytes** demandados pelos departamentos;
- c. **Internet:** o acompanhamento do funcionamento da estrutura (servidores de *Internet*) que suporta o ambiente no qual as operações do canal *Internet* são efetuadas é de responsabilidade do setor de operação. Existem duas métricas de avaliação de capacidade a ser levadas em consideração na projeção dos custos desse serviço: quantidade de tráfego de dados e número de visualização das páginas (acesso às páginas do banco pelos clientes/departamentos). A quantidade de tráfego de informação é medida em **gigabytes**. Quanto ao **número de visualização**, este indica o consumo provável da capacidade dos servidores que suportam a *Internet* do banco;
- Considerando que o banco possui um departamento responsável pelo canal de distribuição de produtos (*Internet*); nesse caso, tal departamento será responsável pelos custos incorridos para o processamento das transações desse canal (processamento em *mainframe*, servidores, comunicação etc) e receberá um **custo direto** de monitoramento da *Internet*;
- d. **Monitoramento das Agências:** esse serviço é realizado nos mesmos moldes do serviço de monitoramento dos equipamentos de auto-atendimento. O monitoramento é feito para garantir que a comunicação das agências com o DTI esteja sempre em funcionamento, visando a permitir que as operações que devam ser realizadas no *mainframe* (*on-line* ou *batch*) possam ser efetivadas. As agências do banco são controladas por um departamento específico, que será chamado aqui de Gerência de Agências – GA. A GA administra todos os recursos comprometidos na disponibilização do canal de distribuição de produtos – Agência. Sendo assim, o DTI negocia a prestação de serviços com

---

<sup>30</sup> Os *softwares* em diversas camadas são utilizados como forma de aumentar a segurança na guarda e manipulação dos dados corporativos. Caso algo algum problema ocorra no servidor de aplicação (utilizado diretamente pelo usuário do sistema), os dados estarão salvos no servidor de banco de dados, por exemplo.

o GA, não com todas as agências da rede. Isso ocorre porque todos os fatores de consumo de recursos nas agências que podem resultar em externalidades negativas para o departamento de TI são controlados pela GA, como contratação de novos funcionários (novos usuários para TI) e abertura de novas agências (novos mecanismos de comunicação, maior consumo de transmissão de dados, memória etc.). O mesmo ocorre com as decisões que podem resultar em externalidades positivas, como demissões, fechamento de agências etc.

Dessa forma, a GA irá centralizar o consumo dos custos alocados pelo modelo de custeio às agências. Entretanto, esse modelo deve permitir a abertura da informação da alocação de custos por agência. Assim, a GA pode, em um segundo momento, sensibilizar os resultados das agências de acordo com o respectivo consumo dos recursos de TI (*Accountability*);

- e. **Monitoramento do Auto-atendimento:** o setor de operação do DTI acompanha o funcionamento dos equipamentos de auto-atendimento do banco e, em caso de solicitação, entra em contato com empresas terceirizadas para realizarem a manutenção dos equipamentos, o abastecimento de numerário ou suprimentos etc.

### 6.2.3 Setor de Comunicação

É por meio da prestação de serviço de comunicação dos dados que as unidades de negócio do banco são interligadas com o DTI. Compõem esse serviço os equipamentos de *backbone*, contratação de satélite, equipamento das redes remotas (*WAN*), roteadores etc.

- a. **Comunicação com *mainframe*:** esse serviço tem como objetivo o gerenciamento e a manutenção do ambiente de comunicação do *mainframe* com os ambiente de agências, equipamentos de auto-atendimento e demais departamentos, por meio do controle dos roteadores e processadores de comunicação e seus respectivos *softwares*;
- b. **Comunicação com Servidores:** gerenciamento e manutenção do ambiente de comunicação das redes internas das agências e dos departamentos, por meio do controle dos roteadores e processadores de comunicação e seus respectivos *softwares*;

Para efetivação do processo de comunicação de dados, são necessários recursos de *hardware* e de *software*; nos dois casos, a aquisição desses recursos é determinada pela

velocidade de transmissão dos dados que se quer obter. As velocidades são medidas em **Kbps** (kilobytes por segundo) ou mesmo em **Mbps** (megabytes por segundo), e é a velocidade que se quer que irá determinar o tipo de conexão (cabo coaxial, par de fios trançado, satélite etc.).

#### 6.2.4 Setor de Segurança

Esse setor encarrega-se de três principais serviços: monitoramento de invasão, cadastramento de usuários e avaliação de *softwares*:

- a. **Monitoramento de invasão:** esse serviço não é prestado de forma específica para nenhum dos departamentos do banco. Sendo assim, esse setor deve ser considerado como **corporativo**, uma vez que a atividade de proteção não é motivada pelas decisões dos departamentos usuários. O controle do consumo de recursos deve ficar a cargo dos gestores corporativos do banco, que irão ser informados do consumo de recursos para sua prestação e decidirão quanto ao nível de consumo de recursos razoável para o mesmo;
- b. **Cadastramento de usuários:** esse serviço inclui a criação de perfis de acesso para os usuários e/ou a inclusão/exclusão de novos usuários. A métrica de projeção do comprometimento de recursos envolvidos nesse serviço é a **quantidade de inclusões/exclusões** de usuários no sistema;
- c. **Avaliação de *softwares*:** esse serviço é prestado com a intenção de manter um padrão de segurança para os sistemas utilizados pelo banco. Os requisitos a ser utilizados na avaliação dos *softwares* são: registro de *log*, níveis de segurança, linguagem de programação, existência de diferentes camadas etc. A métrica de projeção da capacidade é a **quantidade de requisições** previstas para a compra de *softwares*.

#### 6.2.5 Setor de Desenvolvimento de Sistemas

Esse setor tem uma função muito bem definida, que abrange as atividades de: levantamentos de necessidades do sistema, desenvolvimento dos sistemas, teste do sistema e implementação do sistema. O desenvolvimento de sistemas no banco é realizado, na maioria dos casos, por empresas terceirizadas. Entretanto, mesmo nesses casos, existe um envolvimento dos funcionários desse setor nesses desenvolvimentos (analistas de negócio).

- a. **Desenvolvimento de sistemas:** manutenção de sistemas existentes ou desenvolvimento de aplicativos específicos para atendimento de solicitação dos departamentos do banco. A métrica utilizada para projeção dos gastos com desenvolvimento de sistemas é a **quantidade de horas** de programação calculadas para desenvolvimento do sistema.

### 6.3 Descrição do Jogo do Setor de Produção – Processamento

O jogo aqui apresentado é composto por **três agentes** (Departamento de Tecnologia da Informação, Departamento de Arrecadações e Departamento de Crédito Imobiliário) e **um principal** (denominado neste trabalho de Corporação).

Os departamentos serão apresentados pelas abreviações:

- Departamento de Tecnologia da Informação → **DTI**;
- Departamento de Arrecadações → **A**;
- Departamento de Crédito Imobiliário → **I**;
- Corporação → **C**.

O agente DTI entra no jogo para definir os critérios de cálculo do custo, a quantidade consumida por departamento e o valor da alocação dos custos (capacidade). Os demais departamentos entram como jogadores capazes de realizar coalizões para definir o valor da alocação de custos aceitável para o jogo. A Corporação é um elemento que permite que os custos que serão alocados aos jogadores não ultrapassem a média do custo marginal de atendê-los. Os custos, apresentados no exemplo numérico, que ficam com o jogador Corporação (Principal) não saem do DTI. Aliás, como será evidenciado no exemplo, tais custos servirão para avaliar a performance do DTI na gestão de suas atividades como prestador de serviço. Contudo, o custo que fica para o jogador Corporação é aquele que deverá ser assumido pela companhia (como perda do período), pois **não deverá ser alocado para os departamentos operacionais**.

Por fim, assume-se que todo jogador possui sua função utilidade definida sobre a receita projetada e o esforço aceitável para obtê-la (custo a ser incorrido).

O jogo tem início quando os departamentos usuários do serviço de TI decidem obter mais informações sobre os benefícios que podem conseguir pela utilização dos serviços internos prestados pelo DTI. O segundo passo é o envio da previsão de consumo dos serviços de TI pelos departamentos usuários. Em seguida, o DTI define a estrutura de recursos suficientes para atendimento da demanda e, após a definição da estrutura, envia sua proposta

de custo para atendimento da demanda de serviço. Os departamentos usuários obtêm mais informações sobre os benefícios da prestação de serviços do DTI e fazem ajustes de quantidade da demanda dos serviços de TI. Então, o acordo de prestação de serviços é firmado entre o DTI e os departamentos.

A Figura 16 demonstra a linha de tempo e os eventos que se sucedem após a previsão de uso dos serviços do DTI feita pelos usuários:

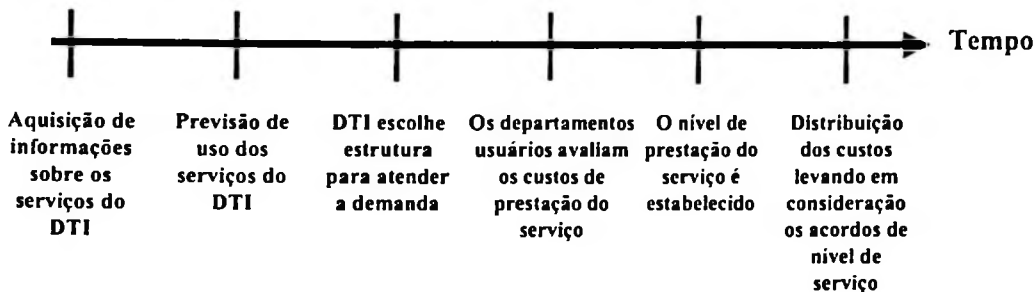


Figura 16 – Linha Temporal de Execução do Modelo

A seguir, descreve-se os requisitos necessários para que o DTI possa decidir pela estrutura de custos com a qual disponibilizará os serviços para os demais departamentos do banco. Cada **Grupo de Recursos** utilizado para a prestação do serviço deve ser tratado como um jogo distinto, isso porque cada serviço pode ter jogadores e consumos de recursos diferenciados. Todavia, todos os jogos possuem a mesma característica: distribuição dos custos considerando os ganhos da economia conseguida com a coalizão entre os jogadores.

Admita-se que  $v(S_a)$  representa o custo da coalizão  $S_a \subset N = (A, C, I)$ , sendo que  $a = (1, 2, 3, \dots, 15)$  são os serviços oferecidos pelo DTI. Esses fatores permitem a criação dos jogos de alocação de custos  $(N, v)$ , sendo  $X_a$  a representação do ganho obtido com a coalizão dos usuários para cada um dos serviços  $a$ . Sabe-se que as coalizões possíveis para cada um dos jogos  $a$  são:

$$\begin{aligned}
 v(\emptyset) &= 0 \\
 v(A) &= K & v(C) &= P & v(I) &= G \\
 v(AC) &= K + P - X_a & v(AI) &= K + G - X_a & v(CI) &= P + G - X_a \\
 v(ACI) &= K + P + G - X_a
 \end{aligned}$$

Sendo que:

- $A, C e I \rightarrow$  são os departamentos usuários interessados em identificar e projetar o impacto do consumo de recursos de TI nas suas atividades. No

exemplo, são os departamentos de Arrecadações (A), Corporação (C) e Crédito Imobiliário (I), respectivamente;

- $K, P e G \rightarrow$  são os custos de prestação do serviço, caso este fosse realizado individualmente para cada um dos departamentos;
- $X_a \rightarrow$  economia obtida com a coalizão entre os departamentos (ganho).

### 6.3.1 Geração de Informações e Previsão de Consumo – Fase 1

Nessa fase da alocação de custos, o DTI disponibiliza, em uma planilha, informações sobre seus serviços para os departamentos usuários (jogadores). Essas informações permitem que os jogadores façam uma estimativa de consumo dos serviços de TI.

A planilha enviada contém os elementos básicos que permitem a projeção dos custos a serem incorridos pelo DTI, bem como sobre o consumo passado do departamento usuário. A intenção é auxiliar os jogadores na avaliação do consumo dos serviços do DTI.

A Tabela 13 apresenta a planilha de informações sobre os serviços do Setor de Produção do DTI para o Departamento de Arrecadações.

É importante descrever alguns detalhes sobre essa planilha disponibilizada pelo DTI:

- a planilha é criada exclusivamente para cada um dos departamentos usuários, já que considera as variáveis operacionais específicas de cada um destes;
- as únicas informações disponibilizadas pelos departamentos usuários são os percentuais de expectativa de acréscimo ou decréscimo das variáveis operacionais. Isso facilita tanto o preenchimento das informações por parte dos usuários bem como o entendimento da projeção de custos a ser feita pelo DTI na segunda fase da metodologia de alocação de custos;
- as variáveis operacionais são relacionadas às variáveis de negócio do DTI e permitem projetar a estrutura necessária para atender o aumento ou a diminuição de demanda pelos serviços;
- a planilha não disponibiliza a informação de custos, visto que o DTI ainda não tem como calcular o custo da prestação de serviços sem que os demais usuários (jogadores) também tenham informado sua projeção de consumo;
- a relação dos “aplicativos operacionais” tem dois objetivos: o primeiro é informar aos departamentos quais são os sistemas em operação no *mainframe* e, por isso, consumir recursos do DTI que são de responsabilidade desse



departamento. Esse é um controle para que não se tenha aplicativo em operação que não esteja sendo utilizado pelos departamentos. O segundo objetivo é permitir que os departamentos conheçam o consumo de recursos por sistema e consigam avaliar se o aplicativo deve ou não ser descontinuado frente ao custo de operação comparado ao benefício trazido se utilizado pelo departamento.

**Tabela 13 – Previsão das Variáveis Operacionais - Arrecadações**

<b>SETOR DE PRODUÇÃO</b>									
<b>DEPARTAMENTO USUÁRIO: ARRECADAÇÕES</b>									
Histórico/Projeção de Consumo									
<b>VARIÁVEIS OPERACIONAIS</b>	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	<b>%</b>	
Número de Prefeituras	150	198	218	242	271	298	328	10%	
Número de Concessionárias	87	115	126	140	157	173	188	9%	
Documentos Impressos	190.000	250.800	275.880	306.227	342.974	377.271	414.999	10%	
Recepção de Documentos	450.000	594.000	653.400	725.274	812.307	893.538	982.891	10%	
<b>SERVIÇOS</b>	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	<b>%</b>	
Processamento (MIPS)	390.000	514.800	566.280	628.571	703.999	774.399	836.351	8%	
Armazenagem em Disco (Giga)	580	766	842	935	1.047	1.152	1.255	9%	
Armazenagem em Fita (Giga)	890	1.175	1.292	1.434	1.607	1.767	1.926	9%	
Impressão (MLI)	700	924	1.016	1.128	1.264	1.390	1.529	10%	
<b>APLICATIVOS OPERACIONAIS</b>	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	<b>%</b>	
<b>SCR</b>	MIPS	117.000	154.440	169.884	188.571	211.200	232.320	250.905	8%
	DISCO	174	230	253	280	314	346	377	9%
	FITA	267	352	388	430	482	530	578	9%
	MLI	210	277	305	338	379	417	459	10%
<b>SIB</b>	MIPS	195.000	257.400	283.140	314.285	352.000	387.200	418.176	8%
	DISCO	290	383	421	467	523	576	628	9%
	FITA	445	587	646	717	803	884	963	9%
	MLI	350	462	508	564	632	695	764	10%
<b>SRE</b>	MIPS	78.000	102.960	113.256	125.714	140.800	154.880	167.270	8%
	DISCO	116	153	168	187	209	230	251	9%
	FITA	178	235	258	287	321	353	385	9%
	MLI	140	185	203	226	253	278	306	10%

Dessa forma, analisando o caso do departamento de arrecadações, tem-se que as principais variáveis operacionais consideradas na projeção do consumo de recursos pelo DTI são:

- número de Prefeituras conveniadas com o banco para recebimento de seus tributos, taxas e outros recolhimentos;
- número de empresas concessionárias (água, luz e telefone) conveniadas com o banco para recebimento do pagamento de seus boletos de cobrança;

- número de Documentos impressos pelo banco para atender às concessionárias e/ou prefeituras. Apenas uma parte dos clientes do banco (prefeituras e concessionárias) contrata o serviço de impressão;
- recepção de documentos pelos diversos canais de recepção disponibilizados pelo banco (caixa, *Internet*, teleatendimento, auto-atendimento etc.).

Após receber a informação sobre o número de prefeituras, o DTI deverá estimar a necessidade de disponibilização de estrutura (lógico-física) em locais onde será feita recepção de documentos dessa natureza. Vale ressaltar que, em alguns casos, quando a prefeitura faz a própria impressão de seus boletos, as leitoras das agências precisam ser adaptadas para reconhecerem os códigos do documento. Isso é feito para reduzir o número de digitações de documentos nas agências. A informação sobre o número de prefeituras também auxilia na montagem da expectativa de aumento de processamento de dados de arrecadações. É importante notar que essa informação pode ser solicitada na planilha de outro setor do DTI, por exemplo, para avaliar a capacidade das linhas de comunicação atuais e se essas linhas suportam as novas prefeituras com as quais o banco pretende atuar com esse serviço.

A segunda informação solicitada pelo DTI ao departamento de arrecadações tem como objetivo, da mesma forma que no primeiro item, a projeção do consumo de recursos, mas, nesse caso, os recursos têm relação com a captura dos dados do boleto e com o processamento dos documentos pelo *mainframe*.

Após obter informação do número de documentos a serem impressos, o DTI espera projetar os recursos necessários para atender o serviço de impressão, nesse caso, tanto a impressão de boletos quanto a impressão de relatórios de movimentação dos repasses (entre o banco e as concessionárias/prefeituras).

A quarta e última informação solicitada pelo DTI ao departamento de arrecadações refere-se à expectativa da quantidade de documentos a serem processados pelo DTI. Dependendo do canal de recepção e do volume de documentos, o DTI precisa avaliar como se comportará sua estrutura. As informações sobre o volume de documentos geralmente estão nos contratos firmados pelo banco com as prefeituras ou com as concessionárias.

Por último, a planilha relaciona os aplicativos do departamento de arrecadações, sendo eles: Sistema de Controle de Recebimentos (SCR), Sistema de Impressão de Boletos (SIB) e Sistema de Repasse (SRE).

O outro departamento é o de Crédito Imobiliário, e suas principais atividades estão relacionadas ao financiamento de imóveis a pessoas físicas e jurídicas. A planilha de

informações solicitadas pelo DTI para o departamento de Crédito Imobiliário está apresentada na Tabela 14.

As variáveis operacionais consideradas na projeção de consumo de recursos do departamento de crédito imobiliário pelo DTI são:

- número de contratos de financiamento imobiliários firmados pelo banco;
- número de transações efetuadas de crédito imobiliário;
- número de documentos impressos;
- número de contratos em atraso.

**Tabela 14 – Previsão das Variáveis Operacionais - Crédito Imobiliário**

<b>SETOR DE PRODUÇÃO</b>								
<b>DEPARTAMENTO USUÁRIO: CRÉDITO IMOBILIÁRIO</b>								
Histórico/Projeção de Consumo								
VARIÁVEIS OPERACIONAIS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	%
Número de Contratos	30.000	39.600	43.560	48.352	54.154	59.569	65.526	10%
Número de Transações	370.000	488.400	537.240	596.336	667.897	734.686	800.808	9%
Documentos Impressos	80.000	105.600	116.160	128.938	144.410	158.851	174.736	10%
Contratos em Inadimplência	400	528	581	645	722	794	818	3%

SERVIÇOS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	%
Processamento (MIPS)	260.000	343.200	377.520	419.047	469.333	516.266	557.567	8%
Armazenagem em Disco (Giga)	400	528	581	645	722	794	866	9%
Armazenagem em Fita (Giga)	780	1.030	1.133	1.257	1.408	1.549	1.688	9%
Impressão (MLI)	300	396	436	484	542	596	655	10%

APLICATIVOS OPERACIONAIS		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	%
SCC	MIPS	78.000	102.960	113.256	125.714	140.800	154.880	167.270	8%
	DISCO	120	158	174	193	217	238	260	9%
	FITA	234	309	340	377	422	465	506	9%
	MLI	90	119	131	145	162	179	197	10%
SCP	MIPS	130.000	171.600	188.760	209.524	234.666	258.133	278.784	8%
	DISCO	200	264	290	322	361	397	433	9%
	FITA	390	515	566	629	704	774	844	9%
	MLI	150	198	218	242	271	298	328	10%
SCO	MIPS	52.000	68.640	75.504	83.809	93.867	103.253	111.513	8%
	DISCO	80	106	116	129	144	159	173	9%
	FITA	156	206	227	251	282	310	338	9%
	MLI	60	79	87	97	108	119	131	10%

As informações, embora sejam diferentes das que foram solicitadas para o departamento de arrecadações, têm o mesmo objetivo. Aliás, isso não é uma exceção; em todos os casos, as informações solicitadas pelos setores do DTI são aquelas que permitem projetar o nível de consumo de recursos para os serviços oferecidos pelos seus diversos setores.

As duas primeiras informações solicitadas pelo DTI ao Crédito Imobiliário buscam avaliar o impacto do aumento ou decréscimo da atividade do departamento na estrutura do DTI. A terceira relaciona-se à projeção da capacidade de impressão e a quarta solicitação está ligada à projeção do consumo de um sistema em especial: o sistema que faz o acompanhamento dos contratos em atraso.

Sobre o número de transações solicitado ao departamento de Crédito Imobiliário, chama-se a atenção para o fato de que transações podem ser pagamentos efetuados no caixa, na *internet*, no débito automático ou mesmo a solicitação de envio de extrato, envio de aviso de pagamento etc. A “transação” deve ser entendida como qualquer *input* no sistema que o faça consumir recursos de TI para efetuar uma tarefa.

### 6.3.2 Escolha de Estrutura de TI – Fase 2

As solicitações de serviço chegam ao DTI, que inicia os cálculos para análise e, se for o caso, aquisição de capacidade. A grande maioria dos custos no DTI é fixa e os únicos grupos de recursos que não seguem essa regra são alguns dos recursos empregados no serviço de impressão. Nesse serviço, existem recursos que variam diretamente com o número de linhas impressas.

É nesse cenário que o DTI deve projetar seus custos para que sejam, em seguida, incorporados no planejamento dos departamentos operacionais do banco. Essa característica coloca o DTI no rol dos departamentos do banco que podem beneficiar-se pelo ganho de escopo e pelos efeitos causados pelo ganho de escala. Além disso, pela característica dos recursos, o DTI decide pela compra de capacidade em intervalos (degraus de custos) para atender à demanda pelos serviços internos. Os custos de oportunidade para o DTI em relação à aquisição de capacidade são os atrasos de processamento, a lentidão na rede, a comunicação que falha pelo excesso de tráfego etc. (ZIMMERMAN, 2000).

#### 6.3.2.1 Característica dos Recursos de TI

Existem, basicamente, dois tipos de custos que podem ser incorridos pelo DTI: o primeiro é incorrido na fase de aquisição de capacidade (custos comprometidos), e segundo quando de sua utilização (custos variáveis).

Os **custos comprometidos** são relacionados a insumos adquiridos ou contratados antes do serviço ser prestado; no caso do DTI, são recursos adquiridos antes da efetiva

prestação do serviço, por isso, são chamados de recursos comprometidos, e, antes de utilizá-los, a empresa incorre em gastos para sua aquisição. A grande maioria dos recursos utilizados pelo DTI é comprometida na fase de aquisição de capacidade: aquisição de *mainframe*, servidores, contratação de linhas de comunicação etc.

Os custos comprometidos não são afetados pela sua utilização. Assim, é importante entender que seu valor está relacionado ao **nível de atividade planejada** para um determinado período. O custo comprometido, desse modo, acaba sendo incorrido independentemente de quanto será efetivamente utilizado durante esse mesmo período.

A pergunta que poderia surgir é: por que alocar os recursos comprometidos para os departamentos usuários, já que o consumo não interfere no custo que, inclusive, já foi incorrido pela empresa? Conforme já comentado em alguns trechos deste trabalho, há interesse em influenciar o comportamento dos gestores das áreas operacionais e de serviços para o controle dos gastos, e o que se espera é que essa alocação contenha essa mensagem. Assim, o que se está objetivando é que as unidades preocupem-se com o gerenciamento da capacidade instalada e também com o consumo dessa capacidade.

Zimmerman (2000, p. 378) alerta sobre esse assunto e afirma que a alocação dos custos de depreciação (pagamentos de longo prazo da capacidade adquirida em períodos anteriores) para os usuários funciona como um **aviso de comprometimento**:

Portanto, a cobrança da depreciação contábil é um **aviso de comprometimento**. Futuros usuários, sabendo que serão cobrados pelo custo histórico dos ativos realizáveis no longo prazo, têm menos incentivos de maximizar o consumo dos recursos. A alocação da depreciação contábil aos usuários os compromete a cobrir ao menos o custo histórico do ativo.

Ao decidir alocar a depreciação de recursos comum aos seus usuários, a companhia faz o equilíbrio entre um investimento eficiente em recursos comuns e uma utilização eficiente após sua aquisição. A cobrança da depreciação auxilia no controle do nível de investimentos, exceto as **despesas de subutilização dos ativos após sua aquisição**. [grifo do autor]

Enfim, o controle dos gastos incorridos na fase de aquisição de capacidade é percebido pelos usuários pela alocação de parcela dos custos comprometidos em períodos passados. A escolha por alocar o custo de depreciação aos usuários é um dos exemplos que mostra que os sistemas contábeis tendem a privilegiar o controle quando confrontado com duas opções: beneficiar o controle ou o suporte à tomada de decisão (ZIMMERMAN, 2000).

O grifo no trecho final do texto chama atenção para um detalhe: já se sabe que a alocação de custos comprometidos ocorre para evitar o consumo dos recursos acima do que seria economicamente viável para a empresa. Apesar disso, o custo alocado pelos departamentos de serviços não deve ser maior do que o comprometido na fase de planejamento, ou seja, se o nível de atividade dos departamentos operacionais diminuir, os

departamentos de serviço alocarão apenas a parcela referente ao novo nível de atividade; o custo da capacidade não utilizada não deve ser alocado para os departamentos usuários.

Isso ocorre para evitar uma diminuição no uso dos recursos postos à disposição pela empresa nos departamentos de serviços. Se existe excesso de capacidade, qualquer cobrança que leve em consideração esse valor desencoraja a utilização dos recursos disponíveis, e isso acarreta um aumento ainda mais significativo da capacidade não utilizada (a chamada espiral da morte dos custos fixos).

Os **custos variáveis**, ao contrário dos custos comprometidos, correspondem a insumos adquiridos de acordo com o nível de consumo desses recursos, sendo exemplos a contratação de pessoal (cujo pagamento varia com a quantidade de horas trabalhadas), o papel para impressão, dentre outros. Os recursos tidos como variáveis não devem ser considerados como componentes dos custos de capacidade, já que a quantidade desses insumos pode ser controlada pela necessidade de uso; ou seja, a quantidade adquirida pode ser ajustada de acordo com o aumento ou diminuição do consumo.

#### 6.3.2.2 Descrição dos Grupos de Recursos de TI

A análise dos recursos do DTI do BV permite a formulação de algumas conclusões sobre os recursos dessas unidades de negócio:

- 1) os custos com **Depreciação** e com o pagamento de aluguel (*leasing*) de equipamento para processamento de dados variam de 76 a 80% dos custos desse departamento;
- 2) os custos de **Pessoal** giram em torno de 15 a 18% dos custos do departamento;
- 3) outro grupo importante é a contratação de serviços de terceiros, cujo montante gira em torno dos 4 a 6% dos custos do departamento. No trabalho, denomina-se esse grupo de recursos de **Manutenção**;
- 4) por último, seguem os **Demais Custos** do DTI (despesas gerais do departamento), que correspondem a aproximadamente 4% dos custos do departamento. Esses recursos, em geral, são consumidos em atividades não relacionadas à prestação do serviço, como por exemplo: assinatura de revistas, viagens e gastos com alimentação da diretoria etc. Ou, ainda, trata-se de gastos relacionados à forma como a empresa decidiu prestar os serviços de TI (despesas com aluguel de imóveis, outros materiais, transporte, segurança etc.).

O último grupo de custos (Demais Custos) é considerado custo de estrutura<sup>31</sup>, e tais custos sofrem impacto apenas pelas decisões do DTI. No modelo proposto neste trabalho, recomenda-se que essa parcela do custo não seja alocada aos usuários dos serviços pelos seguintes motivos: os usuários não podem tomar nenhum tipo de decisão que possa interferir no consumo desses recursos, pois esses custos são de inteira responsabilidade do DTI. Assim sendo, o DTI deve responder pelo consumo dos mesmos. Nesse caso, o valor é, normalmente, muito pequeno, e se não for, precisa sensibilizar a performance do DTI. Um outro motivo é a dificuldade de encontrar critérios razoáveis e aceitáveis para a sua alocação.

Como demonstrado, os custos do DTI podem ser subdivididos em dois grupos: comprometidos e variáveis. Apesar disso, o modelo apresentado não faz a segregação desses grupos de custos pelo seguinte motivo: a irrelevância dos custos variáveis nos custos totais do DTI. Em nenhum dos períodos analisados o custo variável ultrapassou 0,80% dos custos do departamento.

### 6.3.2.3 Premissas do Modelo de Alocação de Custos

O modelo de alocação de custos proposto pressupõe que seja possível a segregação dos recursos existentes no DTI entre seus diversos serviços. Esse não é um pressuposto difícil de ser cumprido: todo DTI é subdividido em setores, e cada um deles consome recursos distintos dos demais.

Outro requisito do modelo é a existência de controles sobre as capacidades de produção dos grupos de recursos. O fundamental no controle da capacidade é a possibilidade de utilização de métricas que estejam relacionadas ao custo a ser incorrido na compra do recurso. No caso de TI, a projeção dos custos com base nas métricas é simplificada em função do mercado precificar os principais insumos do DTI pelas mesmas métricas utilizadas na projeção da capacidade. Entretanto, isso nem sempre é uma verdade para outros departamentos de serviço. Nos casos mais complicados de associação do recurso com a capacidade de produção, os gestores podem lançar mão de técnicas de regressão linear<sup>32</sup>.

Sendo assim, assume-se que:

- a. foi possível segregar os recursos por serviço;
- b. as métricas de projeção de capacidade são adequadas;

---

<sup>31</sup> Diferente do conceito utilizado por Sakurai (1997).

<sup>32</sup> Ver Kaplan e Atkinson. 1998, p. 12.

- c. a projeção de utilização da capacidade do período anterior está relacionada ao consumo de recurso do mesmo período;
- d. o total dos recursos consumidos no período anterior refere-se ao comprometimento de recursos de períodos anteriores somado ao que foi adquirido no período anterior. A “**memória do comprometimento**” dos recursos faz parte da modelagem do sistema de alocação de custos, ou seja, os departamentos responsáveis pela aquisição dos recursos de longo prazo serão sensibilizados até a completa utilização do recurso ou descarte do mesmo;
- e. o excesso de capacidade que não pôde ser eliminado pelas coalizões é assumido pela Corporação e gerido pelo DTI. O modelo não trata a existência de capacidade ociosa programada. Os bancos sempre adquirem uma capacidade excedente para fazer face a períodos de pico de utilização dos recursos de informática, além de se prevenirem quanto ao crescimento vegetativo da utilização dos recursos pelos clientes do banco. Apesar disso, optou-se por não incluir no modelo esse excesso de capacidade por ter o mesmo tratamento que será dado ao excesso de capacidade constante do item anterior;
- f. o grupo de recursos denominado **Demais Custos** do DTI não irá compor o custo da prestação de serviços. Todavia, esse grupo será utilizado no cálculo da performance do DTI pela confrontação dos ganhos gerados pela decisão de centralização da gestão e compra de capacidade de TI com os custos estruturais, para que esse departamento esteja sempre em funcionamento;
- g. a cobrança pela utilização de um ativo comum deve cobrir o custo incorrido na sua disponibilização;
- h. a cobrança deve ser baseada apenas no custo marginal causado pelo usuário e nunca deverá sofrer impacto pelo custo marginal dos outros usuários;
- i. a cobrança independe do usuário. Os usuários que utilizam a mesma quantidade de recursos ou causam o mesmo incremento de custos receberão o mesmo valor de cobrança pelo serviço interno;
- j. a cobrança é homogênea com degrau um em relação ao incremento de custo. Significa que, se todos os preços sofrem um incremento de  $\alpha$ , então a cobrança será aumentada de  $\alpha$ ;
- k. os usuários que não consomem recursos de TI ou que não causam elevação incremental de custos não receberão nenhuma cobrança pelo serviço.



Se os departamentos de serviços entenderem que o levantamento das informações necessárias é viável e se os usuários aceitarem as premissas do modelo de alocação de custos, então os valores a serem alocados para cada um dos departamentos usuários e para a corporação poderão ser calculados pela seguinte fórmula:

$$D_i = \sum_{\substack{S \subset N \\ i \in S}} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})]$$

Cabe ressaltar o fato de que as cinco últimas premissas do modelo são os axiomas para a distribuição dos benefícios entre os participantes de um jogo cooperativo definidos por Shapley (1953).

#### 6.3.2.4 Análise de Capacidade por Serviço e Grupo de Recurso

Novamente tem-se a situação de jogo entre o DTI, a Corporação e os departamentos de Crédito Imobiliário e Arrecadações e, para tal, será necessária a utilização da capacidade adquirida (custos comprometidos) até o período anterior e da projeção de consumo para o próximo ano.

A alocação de custos será analisada em duas etapas: a alocação de custos do comprometimento de períodos anteriores e a alocação de custos do comprometimento projetado para 2005.

Para isso, a Tabela 15 apresenta um resumo das variações de capacidade e o resultado da projeção de demanda feita pelos usuários dos serviços de TI (inicialmente discuti-se o tratamento do período anterior - marcação retangular):

Tabela 15 – Previsão de Variação de Capacidade

DEPARTAMENTO	SERVIÇOS	2004	2005	Variação
ARRECADAÇÕES	Processamento (MIPS)	774.399	836.351	61.952
	Armazenagem em Disco (Giga)	1.152	1.255	104
	Armazenagem em Fita (Giga)	1.767	1.926	159
	Impressão (MLI)	1.390	1.529	139
CRÉDITO IMOBILIÁRIO	Processamento (MIPS)	516.266	600.450	84.184
	Armazenagem em Disco (Giga)	794	866	71
	Armazenagem em Fita (Giga)	1.549	1.688	139
	Impressão (MLI)	596	655	60
TOTAL	Processamento (MIPS)	1.290.665	1.436.801	146.136
	Armazenagem em Disco (Giga)	1.946	2.121	175
	Armazenagem em Fita (Giga)	3.316	3.614	298
	Impressão (MLI)	1.986	2.184	199

O próximo passo é a realização de uma análise para avaliar a forma como deveria ser feita a alocação de custos referente ao serviço de **Processamento** (linha pontilhada na Tabela 15). Para tanto, deve-se observar que houve uma estimativa de aumento no consumo dos recursos de Processamento. A capacidade de processamento em 2005 deverá atender um aumento de 146.136 MIPS.

As primeiras perguntas a serem respondidas pelo departamento de TI são: Quanto foi consumido pelo DTI para atender à demanda de 2004? E quanto o DTI espera cobrar pelo aumento da demanda pelos serviços?

A resposta à primeira pergunta corresponde ao valor da “memória de comprometimento” que precisa ser alocada aos departamentos usuários. Para isso, nesse exemplo, assume-se que tanto a previsão de consumo de recursos feita pelo DTI quanto o nível de atividade previsto pelos usuários foi cumprido conforme o planejado.

Dessa forma, devem ser cumpridas algumas etapas para alocação dos custos atuais e projetados:

- a. escolher o serviço a ser alocado;
- b. escolher o grupo de recursos a ser analisado;
- c. montar a função característica para alocação dos recursos entre os jogadores;
- d. atribuir valores às funções características;
- e. calcular o valor do jogo.

O primeiro passo já foi dado: escolheu-se o serviço de **Processamento**. Em seguida, serão analisados os grupos de recursos de Depreciação, Pessoal e Manutenção relacionados a esse serviço.

### 6.3.2.5 Alocação do Custo Comprometido

A estrutura de custos atual do DTI está demonstrada na Tabela 16:

**Tabela 16 – Custos Atuais do DTI**

Processamento (MIPS)	Atual
Depreciação de Máquina	\$ 472.500,00
Pessoal	\$ 90.000,00
Manutenção	\$ 36.000,00
Demais Custos	\$ 20.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 618.500,00</b>

Sabe-se ainda que o DTI utiliza 18 equipamentos para processamento das rotinas do banco, e cada um possui uma capacidade de processamento de 75.000 MIPS. Sendo assim, há

uma parcela da capacidade dos equipamentos ( $75.000 \times 18 = 1.350.000$  MIPS) que não está sendo utilizada ( $1.350.000 - 1.290.665 = 59.335$  MIPS) e deve ser considerada para a projeção de capacidade para o próximo período.

O custo de pessoal é projetado com base no critério de que cada funcionário tem capacidade de acompanhar o processamento de até três equipamentos simultaneamente. Em outras palavras, já que existem três turnos no DTI, para acompanhamento do serviço de processamento tem-se 6 pessoas/turno e 18 pessoas no total.

Os custos de manutenção são cobrados por máquina, e esse custo, calculado pelo DTI, é em média de \$ 2.000,00/mês.

Os demais custos do DTI referem-se às despesas do DTI que não serão relacionadas a seus serviços, como já comentado.

A Tabela 17 apresenta as faixas de operação de capacidade e seus respectivos custos de **depreciação** que estavam à disposição do DTI quando este escolheu comprar capacidade no período anterior. Apresenta também, por meio das letras (A) Arrecadações e (I) Crédito Imobiliário, as faixas de custos que seriam incorridas no período passado, caso os departamentos tivessem adquirido capacidade de forma isolada. A mesma tabela aponta a faixa de capacidade na qual o DTI conseguiu encaixar os departamentos para aquisição de capacidade (A,I), reduzindo tanto o custo unitário dos MIPS adquiridos quanto a capacidade ociosa, igual a 59.335 MIPS no nível escolhido pelo DTI.

**Tabela 17 – Depreciação - Faixas Individuais e Conjunta de Capacidade**

	MIPS		Valor	Unit
	De	Até		
	150.000	350.000	\$ 180.000,00	\$ 0,51
I	350.000	550.000	\$ 260.000,00	\$ 0,47
	550.000	750.000	\$ 330.000,00	\$ 0,44
A	750.000	950.000	\$ 360.000,00	\$ 0,38
	950.000	1.150.000	\$ 414.000,00	\$ 0,36
A,I	1.150.000	1.350.000	\$ 472.500,00	\$ 0,35
	1.350.000	1.550.000	\$ 527.000,00	\$ 0,34
	1.550.000	1.750.000	\$ 577.500,00	\$ 0,33

As funções características do **Serviço - Processamento** e do **Grupo de Recursos - Depreciação de Máquinas** podem ser apresentadas da seguinte forma (em \$):

$$v(\emptyset) = 0$$

$$v(A) = 293.457 \quad v(I) = 244.053 \quad v(C) = 82.490$$

$$v(AI) = 451.733 \quad v(AC) = 375.947 \quad v(IC) = 326.543$$

$$v(ACI) = 472.500$$

A segunda linha das funções características indica quanto seria consumido de recursos, caso a compra de capacidade fosse realizada para suprir individualmente as necessidades dos dois departamentos usuários. Cabe lembrar que a corporação assumiria o excesso de capacidade em relação ao que foi demandado pelos departamentos usuários. Os cálculos são demonstrados nas Tabelas 18 e 19:

**Tabela 18 – Depreciação - Custo da Faixa Individual de Capacidade**

	(1)	(2)	(3)
	Demandas	Unit	(1x2) Custo
A	774.399	\$ 0,38	\$ 293.457
I	516.266	\$ 0,47	\$ 244.053
<b>Total</b>			<b>\$ 537.510</b>

**Tabela 19 – Depreciação - Custo do Excesso de Capacidade**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Demandas	Faixa Individual	(2-1) Excesso	Unit	(3x4)
A	774.399	950.000	175.601	\$ 0,38	\$ 66.543
I	516.266	550.000	33.734	\$ 0,47	\$ 15.947
<b>Total</b>			<b>209.335</b>		<b>\$ 82.490</b>

O excesso de capacidade do departamento de arrecadações deve ser multiplicado pelo custo unitário da faixa individual na qual ele se encontra para aquisição de capacidade ( $175.601 \times \$ 0,38 = \$ 66.543$ ), e o mesmo vale para o departamento de Crédito Imobiliário ( $33.734 \times \$ 0,47 = \$ 15.947$ ). Caso esses departamentos comprassem individualmente suas necessidades, o BV teria 209.335 MIPS de excesso de capacidade. Isso geraria um custo de \$ 82.490, que deveria ser assumido pela Corporação (como demonstrado na segunda linha das funções características).

Na terceira linha das funções características, são apresentados os valores das coalizões entre os jogadores. A coalizão AI é chamada de efetiva, pois interfere na quantidade de recursos que serão adquiridos pelo DTI.

Na quarta linha, tem-se uma avaliação da faixa de capacidade na qual se encaixa a demanda total dos recursos de TI e onde foi possível adquirir uma quantidade de capacidade em um nível considerado ótimo para a companhia.

No caso do BV, o somatório da demanda para os dois departamentos (AI) 1.290.665 MIPS permitiu que o DTI comprasse os recursos necessários por \$472.500 (Tabela 17). Isso gerou uma economia de \$147.500 em comparação aos gastos que teriam sido incorridos pela compra individual para os departamentos. No entanto, essa compra não eliminou toda a capacidade ociosa para a Corporação; restaram 59.335 MIPS, que não serão utilizados pelos dois departamentos usuários.

Tabela 20 – Depreciação - Custo da Coalizão A,I

	(1)	(2)	(3)
	Demandas	Unit	(1x2) Custo
A	774.399		
I	516.266		
Total	1.290.665	\$ 0,35	\$ 451.733

A diferença entre o custo incorrido pela escolha da faixa na qual se encontram os departamentos (\$472.500) e os recursos efetivamente demandados pelos departamentos operacionais (\$451.733) é o custo do excesso de capacidade que será absorvido pela Corporação (\$20.767).

As demais coalizões, demonstradas na terceira linha das funções características (A,C e I,C), não são efetivas, já que a Corporação não entra no jogo para adquirir capacidade que possa reduzir o custo de operação. Isso significa que a Corporação, em coalizão com os departamentos, não gera ganho para a empresa. Nesses casos, o valor da coalizão é o somatório da capacidade demandada no nível individual de cada departamento, mais o que a Corporação estaria disposta a pagar pela capacidade excedente. Tem-se então (em \$):

$$v(AC) = 293.457 + 82.490 = 375.947$$

$$v(IC) = 244.053 + 82.490 = 326.543$$

Com essas informações, pode-se calcular o valor a ser alocado de custos a cada um dos jogadores pelo Valor de Shapley:

Tabela 21 – Depreciação - Valor de Shapley - Arrecadações

{i}	Arrecadações				Custo Total
S	A,I,C	A,I	A,C	A	
S - {i}	I,C	I	C		
n	3	3	3	3	
s	3	2	2	1	
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	472.500,00	451.732,88	375.946,91	293.456,55	
v(S - {i})	326.543,45	244.053,09	82.490,36		
$v(S) - v(S - \{i\})$	145.956,55	207.679,79	293.456,55	293.456,55	
Shapley	48.652,18	34.613,30	48.909,42	97.818,85	229.993,76

Tabela 22 – Depreciação - Valor de Shapley – Crédito Imobiliário

{i}	Crédito Imobiliário				Custo Total
S	A,I,C	A,I	I,C	I	
S - {i}	A,C	A	C		
n	3	3	3	3	
s	3	2	2	1	
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	472.500,00	451.732,88	326.543,45	244.053,09	
v(S - {i})	375.946,91	293.456,55	82.490,36		
$v(S) - v(S - \{i\})$	96.553,09	158.276,33	244.053,09	244.053,09	
Shapley	32.184,36	26.379,39	40.675,51	81.351,03	180.590,30

Tabela 23 – Depreciação - Valor de Shapley – Corporação

{i}	Corporação				Custo Total
S	A,I,C	A,C	I,C	C	
S - {i}	A,I	A	I		
n	3	3	3	3	
s	3	2	2	1	
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	472.500,00	375.946,91	326.543,45	82.490,36	
v(S - {i})	451.732,88	293.456,55	244.053,09		
$v(S) - v(S - \{i\})$	20.767,12	82.490,36	82.490,36	82.490,36	
Shapley	6.922,37	13.748,39	13.748,39	27.496,79	61.915,95

Comparando a alocação de custo sugerida pelo Valor de Shapley a outras metodologias de alocação, é possível avaliar se haveria uma motivação para os jogadores

desistirem da coalizão oferecida pelo DTI. Calculou-se então a alocação dos custos de depreciação de três formas distintas, sempre adotando a opção do serviço centralizado:

- a. alocação dos custos pela projeção de utilização da capacidade **sem** incluir a corporação, ou seja, alocando o custo da ociosidade;
- b. alocação dos custos pela projeção de utilização da capacidade **com** a inclusão da corporação, ou seja, não alocando o custo da ociosidade;
- c. alocação de custos pelo Valor de Shapley.

Se o custo fosse alocado pela projeção de utilização da capacidade sem ser considerado que a corporação ficará com a ociosidade, então:

**Tabela 24 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Volume Planejado**

	A	I	C	Custo Total
MIPS	774.399	516.266		
Alocação	\$ 283.500,00	\$ 189.000,00		\$ 472.500,00

Nessa forma de alocação, o custo total (\$ 472.500,00) é dividido pelo somatório das projeções de consumo de MIPS ( $774.399 + 516.266 = 1.290.665$ ) e multiplicado pelo valor correspondente de cada um dos departamentos usuários (por exemplo, para o departamento de Arrecadações, tem-se:  $\$ 472.500 / 1.290.665 * 774.399 = \$ 283.500$ ).

O primeiro problema dessa forma de alocação de custos é que ela não trata adequadamente a distribuição dos ganhos obtidos pela centralização da atividade de TI fazendo a distribuição dos custos pelo volume projetado de utilização. Além disso, atribui aos departamentos usuários do serviço de TI um custo maior do que os departamentos realmente estão consumindo. Suponha-se que esses departamentos incluam essas informações de custos para cálculo dos custos de seus respectivos serviços/produtos; o resultado seria o cálculo incorreto dos custos dos serviços/produtos do banco por conta do critério de alocação dos custos de departamentos de serviços internos.

A segunda forma de alocação dos custos seria pela projeção de utilização da capacidade, considerando que a corporação ficará com a ociosidade, então:

**Tabela 25 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Volume Planejado/Corporação**

	A	I	C	Custo Total
MIPS	774.399	516.266	59.335	
Alocação	\$ 271.039,73	\$ 180.693,15	\$ 20.767,12	\$ 472.500,00

Nesse caso, a corporação assumiria a parcela dos custos referente à capacidade não utilizada. A capacidade adquirida pelo DTI, em função da projeção das demandas dos departamentos usuários, foi de 1.350.000 MIPS (Tabela 17). No entanto, o valor projetado de

demanda foi de 1.290.665 MIPS (774.399 + 516.266), e a diferença 59.335 MIPS ficará para a Corporação. O intuito disso é retirar dos departamentos usuários o peso dos custos que não foram incorridos pelas suas operações.

Contudo, nesse caso, a empresa ainda não está considerando a distribuição das economias obtidas pelo nível de atividade dos dois departamentos operacionais. Sabe-se, porém, de acordo com a Tabela 17, que o custo unitário obtido pelo volume de produção do Departamento de Arrecadações (\$ 0,38), caso adquirisse sozinho seus recursos, é 20% menor do que o custo que seria incorrido pelo Departamento de Crédito Imobiliário (\$ 0,47), dada sua demanda pelos serviços de TI. Em conjunto, os dois departamentos permitiram que o DTI adquirisse recursos pelo custo unitário de \$ 0,35. A pergunta é: como distribuir os custos, considerando a economia proporcionada pelo nível de atividade de cada um dos departamentos operacionais nos departamentos de serviços internos (externalidades positivas)?

O objetivo é encontrar uma forma de distribuição dos custos que considere os ganhos advindos da coalizão entre os departamentos operacionais, sem deixar de considerar o custo marginal médio que cada um dos departamentos usuários impõe aos departamentos de serviços internos. Essa situação encaixa-se na descrição dos Jogos Cooperativos. Para solucionar o problema da alocação de custos, propõe-se a utilização do Valor de Shapley. A Tabela 26 demonstra um resumo dessa distribuição, calculada nas Tabelas 21, 22 e 23:

**Tabela 26 – Alocação do Grupo Depreciação pelo Valor de Shapley**

	A	I	C	Custo Total
MIPS	774.399	516.266	59.335	
Alocação	\$ 229.993,76	\$ 180.590,30	\$ 61.915,95	\$ 472.500,00

Essa distribuição reconhece que os departamentos usuários interferem no consumo de recursos dos departamentos de serviços internos (externalidades), e distribui os custos entre os usuários levando em consideração os ganhos obtidos pelas coalizões, ao mesmo tempo em que não aloca os custos da capacidade não utilizada. Esse custo poderia ser utilizado pelos departamentos usuários para cálculo dos custos de seus produtos.

Essa distribuição de custos ainda possui um apelo importante para ser aceito pelos departamentos usuários, sem considerar os aspectos do cálculo do custo marginal dos departamentos usuários, que dá ao método uma característica importante para ser aceita enquanto metodologia de alocação de custos pelos gestores da empresa. O método produz o menor custo a ser distribuído entre os usuários (comparando-o aos métodos usuais de



distribuição de custos). Isso ocorre, unicamente, pela distribuição do ganho obtido pela economia de custos nos departamentos centralizadores de serviços internos.

O método proposto ainda permitiria, caso fosse desejado, avaliar o ganho obtido pela empresa no gerenciamento do grupo de recursos de Depreciação (Tabela 27):

Tabela 27 – Ganho Líquido do Grupo Depreciação

	Valor	
	Custo Descentralizado	\$ 620.000
(-)	Custo Centralizado	\$ 472.500
(=)	Ganho Centralização	\$ 147.500
(-)	Custo Corporativo	\$ 61.916
(=)	Ganho Líquido	\$ 85.584

O custo descentralizado é o somatório do custo que deveria ser incorrido se a compra de capacidade fosse realizada individualmente pelos departamentos operacionais (360.000 + 260.000 = 620.000). O custo centralizado é o custo incorrido pelo DTI pela escolha da faixa de custo na qual se encaixam as demandas dos departamentos. O ganho pela decisão de centralização pode ser entendido como o ganho obtido pelo DTI na execução de suas atividades de gerenciamento da capacidade de TI. O custo corporativo é o custo que sobra para a corporação após retirar-se o custo marginal médio dos jogadores, considerando os ganhos de escala e escopo da depreciação e suas participações nas coalizões. O ganho líquido é o que foi realmente economizado pela empresa.

Até aqui, foi alocada apenas uma parcela do custo do serviço de **Processamento: Grupo de Depreciação**. Faltam dois grupos de recursos: Pessoal e Manutenção.

No caso do grupo de recursos de **Pessoal**, pode-se observar que não houve possibilidade de ganho para a empresa com as coalizões. Isso ocorreu porque, se fossem somadas as demandas individuais por departamento usuário (11 do departamento de Arrecadações e 7 do departamento de Crédito Imobiliário), o resultado seria igual aos exatos 18 funcionários disponibilizados pelo DTI para prestação do serviço. Assim, não foi obtido ganho algum com a coalizão entre os departamentos.

Tabela 28 – Necessidade do Grupo de Pessoal

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Demandas	MIPS/Máq.	(1/2) Máq.	Func/Máq.	(3x4) Func
A	774.399	75.000	10,33	1	10,33
I	516.266	75.000	6,88	1	6,88
<b>Total</b>			<b>17,21</b>		<b>17,21</b>

O número de funcionários por máquina é igual a 1 (considerando os três turnos). De acordo com a demanda dos departamentos, a empresa precisaria disponibilizar 17,21

funcionários (Tabela 28). Como isso não é possível, a empresa disponibilizou 18 funcionários, resultando em um excesso de capacidade, cujo custo está calculado nas Tabelas 29 e 30:

**Tabela 29 – Custo Unitário do Grupo de Pessoal**

	(1)	(2)	(3)
	Valor	Func.	\$/Func.
<b>Pessoal</b>	90.000	18	\$ 5.000

**Tabela 30 – Alocação de Custos pela Demanda Projetada/Corporação**

	(1)	(2)	(3)
	Maq.	\$/Func.	(1x2) Valor
<b>A</b>	10,33	5.000	\$ 51.627
<b>I</b>	6,88	5.000	\$ 34.418
<b>C</b>	0,79	5.000	\$ 3.956
<b>Total</b>	<b>18,00</b>		<b>\$ 90.000</b>

A distribuição de custos a ser proposta pelo Valor de Shapley para o jogo do grupo de recursos de **Pessoal** não pode ser diferente do custo calculado na Tabela 30, uma vez que não existiu ganho com a coalizão entre os departamentos. As funções características para jogo envolvendo a distribuição dos custos de pessoal são as seguintes:

$$\begin{aligned}
 v(\emptyset) &= 0 \\
 v(A) &= 51.627 & v(I) &= 34.418 & v(C) &= 3.956 \\
 v(AI) &= 86.044 & v(AC) &= 55.582 & v(IC) &= 38.373 \\
 v(ACI) &= 90.000
 \end{aligned}$$

Os resultados da alocação de custos pelo Valor de Shapley para o grupo de recursos de **Pessoal** são apresentados nas Tabelas 31, 32 e 33.

Tabela 31 – Pessoal - Valor de Shapley - Arrecadações

(i)	Arrecadações				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	A,C	
S - {i}	A,C	I	C		
n	3	3	3	3	3
s	3	2	2	1	1
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	90.000	86.044	55.582	51.627	
v(S - {i})	38.373	34.418	3.956		
$v(S) - v(S - \{i\})$	51.627	51.627	51.627	51.627	
Shapley	17.209	8.604	8.604	17.209	\$ 51.627

Tabela 32 – Pessoal - Valor de Shapley - Crédito Imobiliário

(i)	Crédito Imobiliário				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	I,C	
S - {i}	A,C	A	C		
n	3	3	3	3	3
s	3	2	2	1	1
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	90.000	86.044	38.373	34.418	
v(S - {i})	55.582	51.627	3.956		
$v(S) - v(S - \{i\})$	34.418	34.418	34.418	34.418	
Shapley	11.473	5.736	5.736	11.473	\$ 34.418

Tabela 33 – Pessoal - Valor de Shapley - Corporação

(i)	Corporação				Custo Total
	S	A,I,C	A,C	I,C	
S - {i}	A,I	A	I		
n	3	3	3	3	3
s	3	2	2	1	1
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	90.000	55.582	38.373	3.956	
v(S - {i})	86.044	51.627	34.418		
$v(S) - v(S - \{i\})$	3.956	3.956	3.956	3.956	
Shapley	1.319	659	659	1.319	\$ 3.956

O último grupo de recursos a ser distribuído é o grupo **Manutenção**. Nesse grupo, da mesma forma que no grupo de Pessoal, a empresa não conseguiu obter nenhuma vantagem com a coalizão dos departamentos. Assim, a distribuição de custos entre os departamentos

usuários considera apenas a exclusão do excesso de capacidade distribuído para a Corporação. A Tabela 34 demonstra a necessidade de equipamentos segundo a demanda dos departamentos, a Tabela 35 apresenta o custo unitário por equipamento e a Tabela 36 a distribuição dos custos de manutenção:

**Tabela 34 – Necessidade de Máquinas**

	(1)	(2)	(3) (1/2)
	Demandas	MIPS/Maq.	Maq.
A	774.399	75.000	10,33
I	516.266	75.000	6,88
<b>Total</b>			<b>17,21</b>

**Tabela 35 – Valor Unitário de Manutenção**

	(1)	(2)	(3) (1/2)
	Valor	Maq.	\$/Maq.
<b>Manutenção</b>	<b>36.000</b>	<b>18</b>	<b>\$ 2.000</b>

**Tabela 36 – Alocação de Custos pela Demanda Projetada/Corporação**

	(1)	(2)	(3) (1x2)
	Maq.	\$/Maq.	Maq.
A	10,33	2.000 \$	20.651
I	6,88	2.000 \$	13.767
C	0,79	2.000 \$	1.582
<b>Total</b>	<b>18,00</b>	<b>\$</b>	<b>36.000</b>

Distribuído os custos dos três principais grupos de recursos de TI, pode-se utilizar os valores produzidos por essa metodologia para avaliar o resultado do DTI na gestão das despesas de TI voltadas para o serviço de **Processamento**. O ganho total da atividade de **Processamento** precisa ser diminuído dos custos corporativos dos três grupos de recursos (Depreciação, Pessoal e Manutenção) e dos Demais Custos do setor de **Processamento** que não foram alocados entre os departamentos usuários. O resultado seria:

**Tabela 37 – Ganho pela Centralização do Serviço de Processamento**

	Valor
Custo Descentralizado	\$ 746.000
(-) Custo Centralizado	\$ 598.500
(=) Ganho Centralização	\$ 147.500
(-) Depreciação (Corporação)	\$ 61.916
(-) Pessoal (Corporação)	\$ 3.956
(-) Manutenção (Corporação)	\$ 1.582
(-) Demais Custos	\$ 20.000
(=) Ganho Líquido	\$ 60.046

É possível citar quatro motivos para a aceitação dessa metodologia pelos departamentos usuários. O primeiro é que eles pagam apenas pelo custo da utilização dos recursos (média do custo marginal de utilização). Segundo, terão maior benefício os departamentos que, pelo maior nível de atividade, trouxeram maiores possibilidades de economia para a empresa (isso ocorreu com o departamento de Arrecadação). Terceiro, possibilita que, apesar da variação do nível de atividade, os departamentos operacionais continuem sendo sensibilizados apenas pelo custo marginal de sua utilização. Quarto, o fato do DTI não poder alocar custos estruturais o impele a consumir menos recursos de forma discricionária, já que o resultado de sua atividade será calculado (Tabela 37).

Caso haja uma diminuição considerável da utilização da capacidade em função da diminuição do nível de atividade operacional (por problemas de mercado, por exemplo), o DTI será pressionado a gerenciar a capacidade pela venda de determinados recursos ou pela simples devolução, nos casos de *leasing*. O DTI pode, inclusive, ser avaliado por essas decisões.

#### 6.3.2.6 Cálculo dos Custos Projetados

No item anterior, foi calculada a “memória de comprometimento”, ou seja, quanto os departamentos usuários comprometeram-se a pagar pelo serviço de TI em função do que projetaram de consumo nos períodos anteriores. Calcula-se, agora, a parcela de custos a ser incorrida no período seguinte (2005), também em função do que foi projetado de consumo pelos departamentos usuários. Considera-se, nesta etapa, que os custos projetados pelo DTI e o nível de consumo dos departamentos usuários serão atingidos.

Inicia-se com os valores de utilização dos serviços projetados pelos departamentos usuários. A Tabela 38 apresenta esses números.

O DTI, de posse desses valores, projeta a quantidade de recursos necessária para atender o novo nível de demanda. Segue-se analisando o serviço de **Processamento**.

Tabela 38 – Projeção de Uso dos Departamento Usuários

DEPARTAMENTO	SERVIÇOS	2005	Varição
ARRECADADÇÕES	Processamento (MIPS)	836.351	61.952
	Armazenagem em Disco (Giga)	1.255	104
	Armazenagem em Fita (Giga)	1.926	159
	Impressão (MLI)	1.529	139
CRÉDITO IMOBILIÁRIO	Processamento (MIPS)	600.450	84.184
	Armazenagem em Disco (Giga)	866	71
	Armazenagem em Fita (Giga)	1.688	139
	Impressão (MLI)	655	60
TOTAL	Processamento (MIPS)	1.436.801	146.136
	Armazenagem em Disco (Giga)	2.121	175
	Armazenagem em Fita (Giga)	3.614	298
	Impressão (MLI)	2.184	199

Inicia-se com a alocação dos custos previstos para o Grupo de Depreciação. Para tanto, é necessário identificar a alteração na estrutura que ocorrerá no DTI partindo da projeção de demanda realizada pelos departamentos usuários. Os critérios de projeção utilizados para alocar os custos do período anterior serão mantidos. A Tabela 39 apresenta o cálculo da quantidade de MIPS a ser adquirida para o próximo período:

Tabela 39 – Necessidade de Aquisição de MIPS

	MIPS
Requisição	146.136
(-) Disponível	59.335
(=) Necessidade	86.801

Considerando que a empresa possui 59.335 MIPS disponíveis para utilização (do período anterior), ela necessitaria adquirir outros 86.801 MIPS. Essa informação é necessária para que a empresa possa escolher em que faixa de custos poderá encaixar seus custos de aquisição de capacidade. A Tabela 40 identifica tanto as faixas individuais (A e I) dos departamentos quanto a faixa de consumo conjunta (AI). Nesse caso, ocorre que a faixa na qual se encontra o departamento de Crédito Imobiliário é a mesma faixa do consumo conjunto (I/AI):

Tabela 40 – Custos das Faixas Individuais e Conjuntas de Aquisição de MIPS

	MIPS		Valor	Unit
	De	Até		
A	50.000	70.000	\$ 51.100	\$ 0,73
I/AI	70.000	100.000	\$ 68.000	\$ 0,68
	100.000	120.000	\$ 74.400	\$ 0,62
	120.000	150.000	\$ 77.143	\$ 0,51

Se a empresa adquirir os MIPS nessa faixa, incorrerá em um custo unitário médio de \$ 0,56 por MIPS a serem utilizados no período projetado, como demonstra a Tabela 41:

**Tabela 41 – Projeção do Custo Médio dos MIPS**

	Valor	MIPS	Unit
Excesso Anterior	\$ 20.767	59.335	
Aquisição	\$ 68.000	100.000	
<b>Total</b>	<b>\$ 88.767</b>	<b>159.335</b>	<b>\$ 0,56</b>

No entanto, a aquisição de uma capacidade a mais de processamento (100.000 MIPS) irá resultar em um excesso de capacidade no período projetado, como demonstra a Tabela 42:

**Tabela 42 – Projeção do Custo de Excesso de Capacidade**

	MIPS	Unit	Valor
Aquisição	100.000		
Necessidade	86.801		
<b>Excesso</b>	<b>13.199</b>	<b>\$ 0,56</b>	<b>\$ 7.353</b>

Se os departamentos adquirissem isoladamente suas capacidades de processamento, incorreriam nos seguintes custos, considerando que o excesso seria assumido pela corporação, conforme evidenciado na Tabela 43:

**Tabela 43 – Projeção dos Custos pelas Faixas Individuais**

	Demandas	Unit	Valor
A	61.952	\$ 0,73	\$ 45.225
I	84.184	\$ 0,68	\$ 57.245
<b>Total</b>	<b>146.136</b>		<b>\$ 102.470</b>

Isso faria com que a corporação arcasse com todo o excesso das compras individuais, como mostrado na Tabela 44:

**Tabela 44 – Projeção do Custo do Excesso Causado pelas Faixas Individuais**

	Aquisição	Demandas	Excesso	Unit	Valor
A	70.000	61.952	8.048	\$ 0,73	\$ 5.875
I	100.000	84.184	15.816	\$ 0,68	\$ 10.755
<b>Excesso</b>			<b>23.864</b>		<b>\$ 16.630</b>

Com essas informações, podem ser montadas as primeiras funções características a serem utilizadas na fórmula de Shapley. São elas:

$$v(\emptyset) = 0$$

$$v(A) = 45.255 \quad v(I) = 57.245 \quad v(C) = 16.630$$

Essas primeiras funções características do jogo de distribuição de custos (do serviço de Processamento; grupo de despesa de Depreciação), projetado para o próximo período, indicam que foram impostas algumas condições para alocação de custos:

- a. o departamento A pagaria, no máximo, \$ 45.255 pelo consumo de MIPS, e na pior das hipóteses;
- b. o departamento I pagaria, no máximo, \$ 57.245 para obter os recursos de que precisa para o próximo período;
- c. já a corporação, se aceitar essas condições, estaria disposta a pagar, no máximo, e, na pior das hipóteses, \$ 16.630.

Percebe-se que, se somadas as três funções características, tem-se um total de \$ 119.100. Esse valor corresponde ao somatório do custo das duas faixas individuais de compra dos departamentos (\$ 68.000 + \$ 51.100), caso as compras fossem realizadas individualmente (ver Tabela 40).

O que se está afirmando é que nenhum dos departamentos usuários está disposto a pagar mais do que efetivamente utilizará em sua produção. Ademais, se os departamentos usuários fossem pressionados pelo fato de não conseguirem adquirir apenas o que necessitam (pois o mercado vende apenas uma faixa específica de MIPS), uma resposta cabível para tal seria que isso é de responsabilidade do DTI, ao qual compete minimizar ao máximo essa diferença, para justificar a sua atuação como gestor dos recursos de TI. Outro detalhe é que esse excesso não pode ser considerado como custo dos produtos dos departamentos usuários dos serviços de TI, já que tais produtos efetivamente não o consomem.

Por outro lado, seria possível assumir, apenas para exemplificação, que o custo **mínimo** de cada departamento é o custo da faixa individual na qual se encaixarem. No entanto, se considerada a fórmula de Shapley, uma distribuição de custos para os departamentos operacionais estaria sendo “forçada”, e tal distribuição seria maior do que os custos marginais trazidos pela produção dos mesmos. Isto é exatamente o que se deve evitar na modelagem dos sistemas de alocação de custos entre os departamentos de serviços internos e os operacionais (ZIMMERMAN, 1979; ZIMMERMAN, 2000; DRURY, 2000).

O objetivo dessa modelagem é que a alocação de custos esteja sempre entre os pontos g e h da Figura 17; ou seja, o custo que será alocado estará sempre na faixa de custos menor (h) ou igual (g) ao custo marginal. Em ambos os casos, segundo a teoria da utilidade, aos usuários será indiferente receber esses custos dos departamentos de serviços, já que não poderiam obter maiores vantagens em coalizões com outros departamentos ou mesmo comprando individualmente a capacidade fora da empresa.



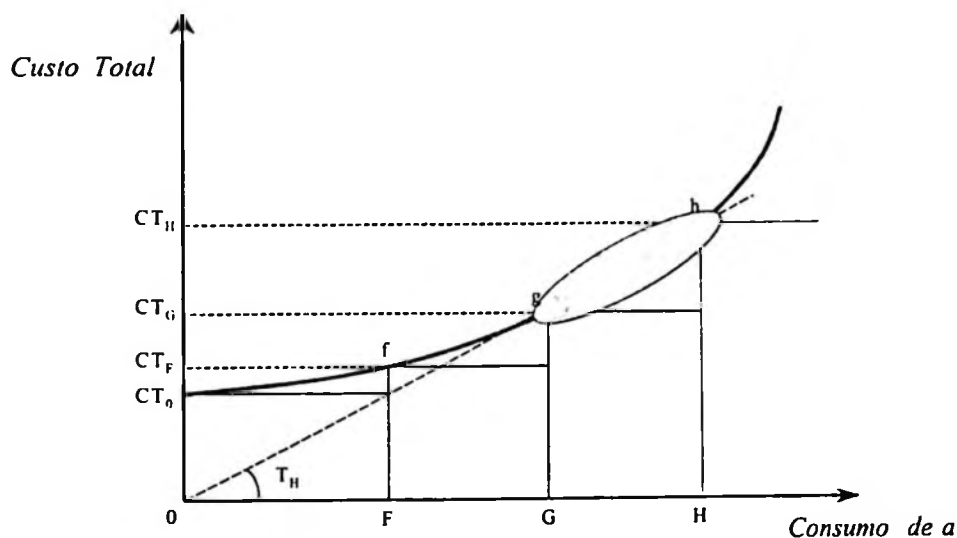


Figura 17 – Área de Alocação Proposta pelo Modelo

As demais funções características necessárias para alocação dos custos projetados de depreciação são as seguintes:

$$\begin{aligned}
 v(\emptyset) &= 0 \\
 v(A) &= 45.225 & v(I) &= 57.245 & v(C) &= 16.630 \\
 v(AI) &= 81.414 & v(AC) &= 61.855 & v(IC) &= 73.875 \\
 v(ACI) &= 88.767
 \end{aligned}$$

A coalizão AI já permite que o DTI faça a aquisição de recursos em uma faixa que traz economia para a companhia. O valor dessa função é a demanda de cada um dos departamentos usuários, multiplicada pelo valor unitário de aquisição dos recursos de TI. A Tabela 45 demonstra esse cálculo:

Tabela 45 – Projeção do Custo da Faixa Conjunta

	(1)	(2)	(3)
	Demandas	Unit	(1x2) Custo
A	61.952	\$ 0,56	\$ 34.514
I	84.184	\$ 0,56	\$ 46.900
<b>Total</b>			<b>\$ 81.414</b>

A coalizão AC é o valor que o departamento de Arrecadações e a Corporação estão dispostos a investir nesse jogo. Nesse caso, esse valor corresponde à simples soma dos valores das funções características individuais de A e de C (\$ 45.225 + \$ 16.630 = \$ 61.855). O mesmo acontece com a coalizão IC (\$ 57.245 + \$ 16.630 = \$ 73.875).

A coalizão ACI apresenta-se como a melhor opção para a empresa em termos de consumo de recursos de CPU (MIPS). Essa é a coalizão que se aproveita dos benefícios

trazidos pela consideração dos recursos disponíveis de períodos anteriores, da demanda total dos departamentos operacionais para o próximo período e na qual a Corporação assume o excesso de capacidade. A Tabela 46 apresenta os cálculos:

**Tabela 46 – Cálculo da Coalizão AIC**

	(1)	(2)	(3)
	Demandas	Unit	(1x2) Custo
A	61.952	\$ 0,56	\$ 34.514
I	84.184	\$ 0,56	\$ 46.900
<b>Excesso</b>	<b>13.199</b>	<b>\$ 0,56</b>	<b>\$ 7.353</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 88.767</b>

De posse das informações necessárias para a alocação dos custos, resta apenas utilizar a fórmula de Shapley para cálculo do valor a ser atribuído a cada um dos departamentos. Isso é feito nas Tabelas 47 a 49:

**Tabela 47 – Arrecadações – Valor de Shapley da Depreciação Projetada**

{i}	Arrecadações			Custo Total
S	A,I,C	A,I	A,C	A
S - {i}	I,C	I	C	
n	3	3	3	3
s	3	2	2	1
(n - s)!	1	1	1	2
(s - 1)!	2	1	1	1
n!	6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)	88.767	81.414	61.855	45.225
v(S - {i})	73.875	57.245	16.630	
$v(S) - v(S - {i})$	14.892	24.169	45.225	45.225
<b>Shapley</b>	<b>4.964</b>	<b>4.028</b>	<b>7.537</b>	<b>15.075 \$ 31.605</b>

**Tabela 48 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley da Depreciação Projetada**

{i}	Crédito Imobiliário			Custo Total
S	A,I,C	A,I	I,C	I
S - {i}	A,C	A	C	
n	3	3	3	3
s	3	2	2	1
(n - s)!	1	1	1	2
(s - 1)!	2	1	1	1
n!	6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)	88.767	81.414	73.875	57.245
v(S - {i})	61.855	45.225	16.630	
$v(S) - v(S - {i})$	26.912	36.189	57.245	57.245
<b>Shapley</b>	<b>8.971</b>	<b>6.031</b>	<b>9.541</b>	<b>19.082 \$ 43.625</b>

Tabela 49 – Corporação – Valor de Shapley da Depreciação Projetada

(i)	Corporação				Custo Total
	S	A,I,C	A,C	I,C	
S - (i)					
n		3	3	3	3
s		3	2	2	1
(n - s)!		1	1	1	2
(s - 1)!		2	1	1	1
n!		6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)/n!$		0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)		88.767	61.855	73.875	16.630
v(S - (i))		81.414	45.225	57.245	
v(S) - v(S - (i))		7.353	16.630	16.630	16.630
Shapley		2.451	2.772	2.772	5.543 \$ 13.538

Da mesma forma como demonstrado na fase de alocação de custos de períodos anteriores, pode-se realizar algumas comparações entre a distribuição de custos calculada pelo Valor de Shapley e outras alternativas que os departamentos usuários poderiam sugerir. As conclusões são as mesmas que foram descritas na alocação de custos de períodos anteriores.

O Valor de Shapley é uma opção interessante para alocação de custos aos usuários dos serviços internos sob dois aspectos: fornece o menor valor a ser alocado para cada um dos departamentos usuários (isso ocorre devido ao reconhecimento e distribuição das economias entre os usuários dos serviços do DTI) e pode ser utilizado no custeio dos produtos do banco pelos departamentos operacionais, já que aloca sempre um custo igual ou inferior ao custo marginal dos serviços internos.

Para completar a previsão de alocação de custos do serviço de Processamento para os departamentos usuários, o DTI precisa projetar a alocação de custos para os Grupos de Recursos: **Pessoal e Manutenção**.

Para o cálculo da alocação dos custos para o grupo de **Pessoal**, é necessário considerar que cada funcionário tem condição de, simultaneamente, acompanhar, no máximo, três equipamentos. Assim sendo, se um departamento adquire, isoladamente, um equipamento, junto com ele deverá contratar três funcionários, um para cada turno.

O custo unitário de pessoal foi calculado incluindo-se os custos trazidos de períodos passados que não estão sendo utilizados:

Tabela 50 – Custo Unitário Médio de Pessoal

	Valor	Func.	Unit
Excesso Anterior	\$ 3.956	0,79	
Aquisição	\$ 15.000	3,00	
Total	\$ 18.956	3,79	\$ 5.000,00

Levando em consideração a projeção de demanda de consumo dos departamentos operacionais, pode-se calcular a demanda por mais equipamentos e, por conseguinte, por mais funcionários. A Tabela 51 demonstra a previsão de consumo de pessoal:

**Tabela 51 – Previsão de Consumo de Pessoal**

	(1)	(2)	(3) (1/2)	(4)	(5) (3x4)
	Demandas	MIPS/Máq.	Máq.	Func/Máq.	Func.
A	61.952	75.000	0,83	1,00	0,83
I	84.184	75.000	1,12	1,00	1,12
<b>Total</b>			<b>1,95</b>		<b>1,95</b>

Pelo aumento do volume de processamento dos departamentos operacionais, pode-se projetar o número de funcionários necessários para cobrir o aumento de produção. O acréscimo de funcionários, se isso fosse possível, seria de apenas 1,95 funcionários para atender o aumento de demanda. Todavia, a demanda dos departamentos elevaria em 6 funcionários o quadro de pessoal, caso a compra fosse feita individualmente pelos departamentos. A Tabela 52 apresenta o cálculo da contratação individual de pessoal e se a mesma fosse feita pelo DTI:

**Tabela 52 – Previsão de Aquisição de Capacidade de Pessoal**

	Aquisição Capacidade		(3)
	(1)	(2)	(1-2)
	Individual	DTI	Economia
<b>Funcionários</b>	6	3	3

Para a montagem do jogo para distribuição dos custos projetados de pessoal para o serviço de Processamento, é necessário calcular-se os custos que poderiam ser incorridos pela opção da compra individual de capacidade pelos departamentos usuários. A Tabela 53 apresenta os custos incorridos em cada departamento e o valor do excesso de capacidade na opção de compra individual:

**Tabela 53 – Custos da Opção Individual**

	Func.	Unit	Valor
Aquisição	6,00	\$ 5.000	\$ 30.000
(-) A	0,83	\$ 5.000	\$ 4.130
(-) I	1,12	\$ 5.000	\$ 5.612
(=) Excesso	4,05	\$ 5.000	\$ 20.258

Com base nesses valores, podem ser montadas as primeiras funções características para a distribuição dos custos de pessoal:

$$v(\emptyset) = 0$$

$$v(A) = 4.130 \quad v(I) = 5.612 \quad v(C) = 20.258$$

Como visto, essa é a pior opção para todos os participantes do jogo e representa o que cada jogador irá consumir no caso das compras serem feitas individualmente pelos usuários.

Porém, sendo as aquisições realizadas pelo DTI, será obtida uma economia, destacada na Tabela 54:

**Tabela 54 – Cálculo do Custo do Excesso de Capacidade**

	Func.	Unit	Valor
Aquisição	3,00	\$ 5.000	\$ 15.000
(-) A	0,83	\$ 5.000	\$ 4.130
(-) I	1,12	\$ 5.000	\$ 5.612
(+) Excesso Anterior	0,79	\$ 5.000	\$ 3.956
(=) Excesso Atual	1,84	\$ 5.000	\$ 9.213

Com base nessas informações, podem ser montadas as demais funções características do jogo de alocação de custos de pessoal:

$$v(\emptyset) = 0$$

$$v(A) = 4.130 \quad v(I) = 5.612 \quad v(C) = 20.258$$

$$v(AI) = 9.742 \quad v(AC) = 24.388 \quad v(IC) = 25.870$$

$$v(ACI) = 18.956$$

Os valores foram calculados da mesma forma como demonstrados nos casos anteriores e resultaram na seguinte distribuição de custos, conforme as Tabelas 55 a 57:

**Tabela 55 – Arrecadações – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado**

{i}	Arrecadações				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	A,C	
S - {i}	I,C	I	C		
n	3	3	3	3	
s	3	2	2	1	
(n - s)!	1	1	1	2	
(s - 1)!	2	1	1	1	
n!	6	6	6	6	
$(n - s)!(s - 1)!/n!$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	18.956	9.742	24.388	4.130	
v(S - {i})	25.870	5.612	20.258		
$v(S) - v(S - {i})$	(6.914)	4.130	4.130	4.130	
Shapley	(2.305)	688	688	1.377	\$ 449

Tabela 56 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado

{i}	Crédito Imobiliário				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	I,C	
S - {i}	A,C	A	C	I	
n	3	3	3	3	3
s	3	2	2	2	1
(n - s)i	1	1	1	1	2
(s - 1)i	2	1	1	1	1
ni	6	6	6	6	6
$(n - s)i(s - 1)i/ni$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	18.956	9.742	25.870	5.612	
v(S - {i})	24.388	4.130	20.258		
$v(S) - v(S - {i})$	(5.432)	5.612	5.612	5.612	
Shapley	(1.811)	935	935	1.871	\$ 1.931

Tabela 57 – Corporação – Valor de Shapley do Custo de Pessoal Projetado

{i}	Corporação				Custo Total
	S	A,I,C	A,C	I,C	
S - {i}	A,I	A	I	C	
n	3	3	3	3	3
s	3	2	2	2	1
(n - s)i	1	1	1	1	2
(s - 1)i	2	1	1	1	1
ni	6	6	6	6	6
$(n - s)i(s - 1)i/ni$	0,33	0,17	0,17	0,33	
v(S)	18.956	24.388	25.870	20.258	
v(S - {i})	9.742	4.130	5.612		
$v(S) - v(S - {i})$	9.213	20.258	20.258	20.258	
Shapley	3.071	3.376	3.376	6.753	\$ 16.576

Essa distribuição dos custos de pessoal chama a atenção pelo fato da maioria dos custos incorridos com o incremento do volume de produção ficarem com a Corporação. Isso ocorreu devido à característica do recurso de pessoal (indivisível em termos de capacidade) e, como o modelo aloca para os departamentos apenas a média do custo marginal, a maior parte ficou na Corporação. O que poderia ser feito nesse caso seria o DTI avaliar a possibilidade de incorrer em riscos pela contratação de um número de recursos inferior ao que ele próprio considera como ideal para a prestação do serviço.

Para finalizar exemplo, resta apenas a alocação da projeção dos custos do Grupo de **Manutenção**. Como se perceberá, a alocação dos custos de manutenção não apresenta qualquer diferença dos cálculos já apresentados para as demais alocações discutidas neste trabalho.

A projeção de necessidade de manutenção foi baseada na projeção de equipamentos (Tabela 58):

Tabela 58 – Projeção de Necessidade de Equipamentos

	(1)	(2)	(3) (1/2)
	Demandas	MIPS/Máq.	Máq.
A	61.952	75.000	0,83
I	84.184	75.000	1,12
<b>Total</b>			<b>1,95</b>

Como o custo de manutenção é calculado por máquina, o custo estimado pelo DTI para manutenção é de \$ 4.000. O custo total a ser distribuído foi calculado ao somar o custo da capacidade existente ao custo projetado de aquisição de capacidade (Tabela 59):

Tabela 59 – Custo Unitário Médio de Manutenção

	Valor	Máq.	Unit
Excesso Anterior	\$ 1.582	0,79	
Aquisição	\$ 4.000	2,00	
<b>Total</b>	<b>\$ 5.582</b>	<b>2,79</b>	<b>\$ 2.000,00</b>

Contudo, o custo que seria incorrido com a aquisição individual dos equipamentos é apresentado na Tabela 60:

Tabela 60 – Projeção de Custo de Manutenção - Aquisição Individual

	Func.	Unit	Valor
Aquisição	3,00	\$ 2.000	\$ 6.000
(-) A	0,83	\$ 2.000	\$ 1.652
(-) I	1,12	\$ 2.000	\$ 2.245
(=) Excesso	1,05	\$ 2.000	\$ 2.103

As funções características desse jogo de alocação de custos já podem ser montadas:

$$v(\emptyset) = 0$$

$$v(A) = 1.652 \quad v(I) = 2.245 \quad v(C) = 2.103$$

$$v(AI) = 3.897 \quad v(AC) = 3.755 \quad v(IC) = 4.348$$

$$v(ACI) = 5.582$$

As alocações de custos pelo Valor de Shapley são apresentadas nas Tabelas 61 a 63:

Tabela 61 – Arrecadações – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado

(i)	Arrecadações				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	A,C	
S - {i}		I,C	I	C	
n		3	3	3	3
s		3	2	2	1
(n - s)I		1	1	1	2
(s - 1)I		2	1	1	1
nI		6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)!/n!$		0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)		5.582	3.897	3.755	1.652
v(S - {i})		4.348	2.245	2.103	
$v(S) - v(S - {i})$		1.234	1.652	1.652	1.652
Shapley		411	275	275	551 \$ 1.513

Tabela 62 – Crédito Imobiliário – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado

(i)	Crédito Imobiliário				Custo Total
	S	A,I,C	A,I	I,C	
S - {i}		A,C	A	C	
n		3	3	3	3
s		3	2	2	1
(n - s)I		1	1	1	2
(s - 1)I		2	1	1	1
nI		6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)!/n!$		0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)		5.582	3.897	4.348	2.245
v(S - {i})		3.755	1.652	2.103	
$v(S) - v(S - {i})$		1.827	2.245	2.245	2.245
Shapley		609	374	374	748 \$ 2.106

Tabela 63 – Corporação – Valor de Shapley do Custo de Manutenção Projetado

(i)	Corporação				Custo Total
	S	A,I,C	A,C	I,C	
S - {i}		A,I	A	I	
n		3	3	3	3
s		3	2	2	1
(n - s)I		1	1	1	2
(s - 1)I		2	1	1	1
nI		6	6	6	6
$(n - s)!(s - 1)!/n!$		0,33	0,17	0,17	0,33
v(S)		5.582	3.755	4.348	2.103
v(S - {i})		3.897	1.652	2.245	
$v(S) - v(S - {i})$		1.685	2.103	2.103	2.103
Shapley		562	351	351	701 \$ 1.964



### 6.3.2.7 Resultado da Alocação de Custos

Somados os valores alocados a título de “memória de comprometimento” e o valor das projeções de consumo para 2005, obtêm-se os valores que os departamentos podem esperar receber do DTI pela prestação do serviço (Tabela 64):

**Tabela 64 – Custo do Serviço de Processamento**

DEPARTAMENTOS	SERVIÇO	Anterior	Projeção	Total
ARRECADAÇÕES	Processamento (MIPS)	\$ 302.271	\$ 33.566	\$ 335.837
CRÉDITO IMOBILIÁRIO	Processamento (MIPS)	\$ 228.775	\$ 47.661	\$ 276.436
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 531.046</b>	<b>\$ 81.227</b>	<b>\$ 612.273</b>

Em caso de solicitação, as aberturas dos custos poderão ser fornecidas para os departamentos com maiores explicações sobre os benefícios dessa alocação de custos.

### 6.3.3 Avaliação dos Custos de Prestação dos Serviços – Fase 3

Nessa etapa, os departamentos usuários dos serviços do DTI são informados dos custos que deverão ser incorridos de acordo com a projeção de demanda construída pelos próprios departamentos.

De posse dessa informação, os departamentos operacionais irão rever projeções de vendas e do aumento/diminuição de produção e, conseqüentemente, do aumento ou diminuição no consumo dos serviços do DTI.

As alterações na projeção são, então, enviadas para o DTI, que refaz os cálculos com as novas projeções de custos e as remete para os departamentos usuários.

### 6.3.4 Distribuição dos Custos e Controle de Execução – Fase 4

Essa é a etapa é na qual ocorrem as alocações de custo propriamente ditas. Essa fase é controlada pelo DTI, que deve alocar mais custos quando houver uma aproximação do limite de capacidade de trabalho por parte do DTI e criar mecanismos de ajustes quando estiver trabalhando com excesso de capacidade.

Os departamentos usuários, por sua vez, estarão acompanhando o consumo de recursos do DTI e o cumprimento dos acordos firmados na fase de negociação da alocação de custos.

A empresa utilizará essa fase para avaliar se as previsões do nível de atividades orçadas pelos departamentos operacionais estão sendo cumpridas ou não.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de um sistema de informações de custos voltado para o controle de custos não é uma tarefa fácil de ser executada. As “mensagens” enviadas por esse sistema de informação direcionam o comportamento dos agentes que, acima de tudo, estão tentando encontrar um equilíbrio entre suas funções de utilidade (obtidas por meio das prerrogativas e fluxos financeiros) e o resultado que podem trazer para a empresa.

O grande problema é encontrar quais as características que deve possuir um sistema dessa natureza para que resolva não só a questão da **agência**, mas também consiga fazer com que a **informação de custos dos departamentos de serviços internos** esteja apta para ser utilizada no **custeio dos produtos**.

Este trabalho apresentou um primeiro ensaio de como esse sistema poderia ser montado a partir de conceitos existentes na Teoria dos Jogos Cooperativos e preocupou-se em descrever quais os elementos necessários para se conseguir bons resultados com essa metodologia.

Para se fazer uma ligação entre o que foi desenvolvido no decorrer do trabalho e as questões de pesquisa, é possível relacionar, como elementos necessários para a realização da alocação de custos dos departamentos de serviços internos para os operacionais, os seguintes fatores:

- criação de mecanismos de interação com as áreas operacionais para facilitar o entendimento de como os custos foram calculados (planilhas de cálculo que relacionam aspectos operacionais à estrutura dos departamentos de serviços internos);
- informação sobre os custos dos departamentos de serviços internos e descrição de como os custos dos departamentos de serviços internos sofrem impacto pelas variáveis controladas pelos departamentos operacionais (análise das causas das externalidades);
- aumento do controle dos recursos consumidos pelos departamentos de serviços internos (controle da capacidade de produção dos recursos e criação de grupos de recursos com comportamento semelhante).

Essas são algumas das contribuições oferecidas por este trabalho. De acordo com a bibliografia analisada, um dos problemas na alocação de custos dos departamentos de serviços internos, em especial dos Departamentos de Tecnologia da Informação, é o fato de não haver um maior entendimento entre o custo que está sendo alocado e a rotina dos departamentos

operacionais. Isso faz com que os departamentos operacionais não compreendam como e porque os custos estão sendo alocados, o que, por sua vez, faz com que haja um enorme desperdício de tempo em discussões sobre os critérios de alocação de custos (DRURY, 2000; NOLAN, 1977; NOLAN, 1979; FINNEY, 1981; DOOST, 1997; DAVIES, 1989; CUSHING, 1976; SHALLER, 1974; BISGAY, 1987; GAUNTT, PORTER, 1985; FLOWER, 1988).

As Tabelas 13 e 14 são os mecanismos de ligação entre os custos dos departamentos de serviços internos e as atividades desenvolvidas pelos departamentos operacionais (*Fase 1* do modelo proposto neste trabalho).

Após a projeção de demanda dos serviços internos, o modelo de alocação de custos prevê o cálculo dos custos pelos departamentos de serviços internos. É nesse momento que se enxerga a importância das informações sobre a **capacidade** e do **comportamento dos grupos de recursos** em relação ao nível de atividade dos **departamentos operacionais**. Essa é outra sugestão de modificação na forma de controlar os custos dos departamentos de serviços internos. Busca-se a maior vinculação possível entre o consumo de recursos incorridos pelos departamentos de serviços internos e o que está sendo projetado de atividade pelos departamentos operacionais. Isso facilita a aceitação, por parte dos departamentos operacionais, da alocação de custos proposta pelos departamentos de serviços internos (*Fase 2* do modelo proposto neste trabalho).

Ainda na segunda fase de alocação de custos, o modelo propõe a distribuição dos ganhos obtidos pela centralização das atividades de apoio (Tecnologia da Informação, por exemplo). O modelo propõe ainda que essa distribuição seja feita pela utilização da fórmula de solução de Jogos Cooperativos apresentada por Shapley.

O Valor de Shapley foi escolhido por conter características consideradas importantes para alocação e controle dos custos, que são:

- a. os usuários que não consomem os serviços internos não recebem custos dos departamentos de serviços internos;
- b. os usuários de serviços internos que consomem a mesma quantidade de serviço recebem a mesma quantidade de custos pelos serviços prestados;
- c. os usuários de serviços internos não receberão custos maiores do que se os adquirissem isoladamente fora da empresa (excetuando-se os custos comprometidos de períodos passados);
- d. os usuários de serviços internos receberão uma parcela de alocação de custos de acordo com a média dos custos marginais de sua participação nas coalizões possíveis entre os consumidores dos serviços internos.

Uma das preocupações do trabalho foi que o método de alocação de custos a ser escolhido deveria permitir que a informação de custo, proveniente dos departamentos de serviços internos, não fosse considerada com “*Overhead* Corporativo”, ou seja, que fosse taxada de “sem relacionamento” com os serviços/produtos do Banco BV. Para que isso não ocorresse, foram criadas as planilhas da *Fase 1* do modelo, que relacionam os custos dos departamentos de apoio com os produtos e serviços dos departamentos operacionais (Tabelas 13 e 14).

Uma outra grande preocupação foi que o custo que chegasse aos departamentos operacionais, proveniente dos departamentos de serviços internos, pudesse ser alocado para os produtos e serviços do Banco BV, e que essa alocação continuasse gerando uma informação válida para a tomada de decisões relacionadas aos produtos e serviços do Banco.

Para que isso fosse possível, era preciso encontrar um método que permitisse que os custos a ser alocados estivessem na faixa de custo descrita por Zimmerman (1979) e discutida graficamente na Figura 17. Ou seja, o custo a ser repassado para os departamentos operacionais deve ser sempre igual ou inferior ao custo marginal de fornecimento do serviço interno. Isso foi obtido por quatro fatores constantes do modelo de custeio apresentado neste trabalho:

- vinculação (relação de causa e efeito) dos custos dos departamentos de serviços internos com os produtos e serviços dos departamentos operacionais (*Fase 1*);
- exclusão dos custos dos departamentos de serviços internos que não puderam ser relacionados aos produtos e serviços dos departamentos operacionais (*Fase 2*);
- criação de um jogador, denominado *Corporação*, responsável pela parcela de custos não utilizada pelos departamentos operacionais (*Fase 2*);
- incorporação dos cálculos do custo marginal médio proposto pelo Valor de Shapley e utilizado para distribuição dos custos para os departamentos usuários dos serviços internos (*Fase 2*).

Depois de calculado o valor de alocação de custos, considerando a projeção de consumo de recursos dos serviços internos pelos departamentos operacionais, os departamentos de serviço interno informam qual será o custo para atender a demanda dos departamentos operacionais (*Fase 3*). Essa fase serve para que os departamentos operacionais reconheçam qual valor de custos estarão causando nos departamentos de serviços internos, independentemente se suas projeções de nível de atividade sejam ou não confirmadas.

A última etapa do modelo de alocação de custos proposto neste trabalho (*Fase 4*) prevê o acompanhamento tanto das previsões de custos apresentadas pelos departamentos de serviços internos quanto a realização dos níveis de atividades orçadas pelos departamentos operacionais. Esse último item é muito importante, pois foi com base nele que os departamentos de serviço internos adquiriram custos fixos para atendimento da demanda.

Dessa forma, o modelo de alocação de custos proposto neste trabalho tem início na fase de projeção do nível de atividade para os períodos seguintes (planejamento) e vai até a efetiva distribuição de custos entre os seus usuários.

Além do que já foi comentado, o trabalho também estabeleceu critérios para utilização dos custos nas **funções características**, no que se refere tanto à pior situação para a empresa, pelas compras individuais de recursos, como pela coalizão com a entidade denominada de Corporação e pela coalizão efetiva dos departamentos operacionais.

Deve-se chamar atenção também para o fato de que o modelo de custos proposto preocupa-se em gerar uma informação capaz de gerar uma **mensagem** importante para o controle dos custos. Anthony (1957, p. 229), em seu seminal trabalho sobre os conceitos de custos para controle, afirma que:

A maioria das autoridades concorda que o controle, na forma como é utilizado no gerenciamento dos negócios, tem a ver com o esforço de uma pessoa em conduzir ou influenciar as ações de outras pessoas. Essa pessoa, esse elemento humano no processo vem a ser o foco central de nossos pensamentos.

Nesse mesmo trabalho, o autor utiliza o exemplo de um termostato para descrever o quanto é complicado conduzir o comportamento humano. No caso do termostato, o autor comenta que o aparelho reage a um estímulo de forma definida e previsível. Se aumentar ou diminuir a temperatura, é fácil prever qual será o comportamento do termostato. O ser humano, por outro lado, não tem um comportamento tão previsível assim. Não é difícil identificar situações em que pessoas reagem de maneira diferente sendo expostas aos mesmos estímulos.

Discutiu-se nesse trabalho a modelagem de um sistema de custos que reconhece que as pessoas têm um papel importante na definição dos critérios de um sistema de alocação de custos, e que esse sistema pode carregar peculiaridades que lhe permitam cumprir as funções principais de um sistema de custos com foco no controle (ANTHONY, 1957):

- a. comunicar as informações sobre a aprovação dos planos;
- b. motivar as pessoas;
- c. divulgar resultados.

Existem diversas maneiras de se cobrar pelos serviços prestados pelos departamentos de serviços internos, e cada um deles passa uma mensagem específica para os usuários do serviço. Eis alguns com suas respectivas mensagens (ANTHONY, 1957):

**1. Não cobrar pela prestação do serviço interno.**

**Mensagem:** Os departamentos operacionais não têm responsabilidade sobre os custos dos departamentos de serviço. Os departamentos operacionais acionam os departamentos de serviço para executar os trabalhos que eles acham que devem ser feitos, e a obrigação dos departamentos de serviço é realizar os serviços;

**2. Distribuir os custos com base em algum critério de rateio, como horas de mão-de-obra direta.**

**Mensagem:** Espera-se que o custo dos departamentos de serviços varie de acordo com o nível de atividade dos departamentos operacionais. Nesse caso, ao contrário do que acontece no anterior, os departamentos operacionais assumem a completa responsabilidade pelos custos dos departamentos de serviços, apesar de não possuírem nenhuma incumbência sobre eles;

**3. Cobrar os serviços internos por uma quantia pré-fixada para cada tipo de serviço.**

**Mensagem:** Os departamentos operacionais são responsáveis pelas situações que fazem com que seja necessária a presença dos departamentos de serviço. Os departamentos de serviço são responsáveis pelo controle dos custos de prestação de serviço, pois só poderão repassar determinado valor de custo. Os departamentos operacionais não são responsáveis, por outro lado, em monitorar a eficiência no consumo dos recursos por parte dos departamentos de serviços, já que eles serão cobrados por um custo “padrão”;

**4. Cobrar os serviços por uma métrica de consumo, como horas de trabalho, de acordo com o consumo de cada departamento operacional.**

**Mensagem:** Os departamentos operacionais são responsáveis tanto pela situação que criou a necessidade da presença dos departamentos de serviço quanto pelo consumo de recurso específico para atendê-lo. Presume-se que os departamentos operacionais possuam algum tipo de controle sobre os recursos consumidos pelos departamentos de serviço; em alguns casos, esses departamentos podem ser autorizados a adquirir o serviço fora da empresa onde encontraram serviços mais baratos do que os que são feitos internamente.

Concorda-se com Anthony (*ibid.*, p. 232) quando este comenta não ser possível determinar qual a melhor metodologia de alocação, pois isso depende mais daquilo que a empresa pretende com o sistema do que de seus critérios internos de alocação de custos.

Nós estamos convencidos, portanto, que a maneira de abordar o problema do controle em termos da motivação do homem [...], é muito mais frutífero do que se preocupar em definir os “verdadeiros” custos, ou dizer se o custo padrão ideal é melhor do que o custo padrão normal, ou qualquer outro tipo de abordagem.

Neste trabalho, os esforços foram direcionados para este sentido: elucidar uma metodologia de alocação de custos que estivesse calcada tanto nas características dos tomadores de decisão e na forma como tomam suas decisões (Teoria da Utilidade) quanto na definição de critérios defensáveis e justos de alocação.

O modelo apresentado neste trabalho, por outro lado, encaixa-se perfeitamente nas características que um bom SCITI deve possuir:

1. **Complexidade:** pois segrega os principais serviços prestados pelo departamento de TI. Essa segregação considera a existência de diferenças na composição dos custos entre esses serviços (Método de Critérios Múltiplos);
2. **Custos a serem alocados:** pois aloca os custos até o limite do custo marginal médio de prestação do serviço (Alocação Parcial dos Custos);
3. **Compreensibilidade:** pois permite que os usuários entendam **o que** está sendo alocado e **porque** os custos estão sendo alocados para ele;
4. **Controlabilidade:** pois serve como instrumento de gestão de custos por parte dos usuários. O usuário administra seus custos de TI controlando as métricas utilizadas para alocação de custos;
5. **Accountability:** pois o custo alocado pelo SCITI deve compor os custos do departamento usuário para avaliação de sua performance;
6. **Eqüitativo:** a alocação de custos deve ser a mesma para usuários que consomem os mesmos serviços de TI e com a mesma intensidade;
7. **Estabilidade:** os custos da prestação do serviço não devem variar pela entrada ou saída de um usuário. Isso foi possível pela modelagem do jogador denominado Corporação;
8. **Alinhamento Estratégico:** pois o sistema de cobrança estimula comportamentos desejados pela empresa;
9. **Competitividade:** pois os serviços internos podem ser comparados individualmente ou no grupo quanto à eficiência na prestação do serviço a



instrumentos externos de avaliação (preço de um fornecedor externo, por exemplo).

Em linhas gerais, a mensagem que contém o modelo proposto de alocação de custos parte do princípio de que a alocação de custos influencia o bem estar dos gestores quer pela privação de recompensas de caráter monetário ou não monetário (prerrogativas). Se os custos dos departamentos comuns não forem alocados, os gestores dos departamentos operacionais terão menos incentivo de empregar seus conhecimentos na definição do nível ótimo de consumo de recursos comuns.

O modelo proposto neste trabalho promove a cooperação entre os departamentos operacionais e pretende repercutir a seguinte mensagem: **os departamentos operacionais são responsáveis pela situação que gerou a presença dos departamentos de serviço e também são responsáveis pelo controle do uso eficiente dos recursos por parte dos departamentos de serviço. Os departamentos de serviço são responsáveis pelo controle dos recursos consumidos para prestação de serviços, além de serem responsáveis por auxiliar os departamentos operacionais na escolha do nível ótimo de consumo de recursos. Os departamentos operacionais possuem a liberdade de avaliar a performance dos departamentos de serviços comparando os seus custos aos custos de prestadores de serviços externos.**

Podem ser relacionadas, assim, algumas vantagens do modelo proposto:

- estimula a gestão de capacidade por parte do departamento de TI;
- explica o porquê da existência de cada um grupos dos recursos utilizados pelos departamentos de serviços;
- calcula o custo da capacidade não utilizada;
- permite a interação entre os departamentos prestadores de serviço e os usuários na definição da estrutura de custos de suporte;
- envolve os departamentos de serviços no entendimento e na avaliação de fatores operacionais;
- o valor de custo alocado para cada um dos departamentos operacionais pode ser utilizado para ser incorporado no custo do produto ou serviço dos departamentos operacionais, já que se refere à média do custo marginal do departamento;
- inclui o fator humano na definição dos critérios de alocação, pois gera um valor de alocação de custos para os departamentos usuários dos serviços internos,

inferior ao de outras metodologias de custeio. Isso facilita a aceitação da alocação dos custos, visto que o resultado (receita menos custos de produção – diretos e indiretos) será maior nos departamentos operacionais pela utilização do método proposto (Teoria da Utilidade);

- o modelo é adaptável ao que a empresa busca. O produto final é resultado dos critérios utilizados para se calcular os valores das funções características. No modelo apresentado, por exemplo, colocou-se a Corporação como responsável pelo excesso de capacidade em todas as situações. Alterar esse critério significa alterar o resultado da mensagem produzida pelo modelo.

No entanto, o modelo possui algumas limitações, dentre as quais se destacam:

- parte do pressuposto de que os usuários possuem as funções utilidade muito bem definidas, em outras palavras, os departamentos usuários possuem uma idéia clara do que estão dispostos a pagar pela prestação do serviço interno, e comparam esse valor à alocação de custos proposta pela metodologia;
- considera os jogadores racionais e guiados por suas funções utilidade;
- as formulações matemáticas não são de simples entendimento e explicação;
- o modelo pode avaliar a economia surgida pela coalizão de diversos departamentos, todavia, quanto maior o número de jogadores, mais complexos tornam-se os cálculos e o entendimento dos resultados;
- exige a informação de capacidade dos recursos e pressupõe que esses recursos possam ser adquiridos no mercado de forma isolada dos demais;
- os departamentos precisam conhecer sua função de custos (variáveis que interferem em seus custos e como as variáveis se comportam);

Acredita-se que tenha sido dado apenas um dos passos para a investigação de um modelo de custos baseado na Teoria dos Jogos Cooperativos. Existem muitas outras perspectivas a ser exploradas e ampliadas em relação à modelagem aqui apresentada:

- o modelo não abrangeu aspectos relacionados à alocação dos custos aos produtos (segundo estágio de alocação de custos);
- não foram abordados no trabalho situações de diminuição de nível de atividade e as ações que poderiam ser tomadas pelos administradores na gestão dos custos;
- como o modelo trataria questões relacionadas à prioridade de produção? Por exemplo, se o departamento de Crédito Imobiliário tivesse prioridade no

atendimento de seu Processamento, isso impediria a possibilidade de considerar várias coalizões e, provavelmente, a contribuição marginal desse departamento seria diferente da calculada neste trabalho;

- como avaliar o resultado **da empresa** com a existência de excessos de capacidade, e qual o impacto disso na avaliação do resultado dos produtos?
- como seria a aplicação dessa metodologia em outros departamentos de serviços internos (como Recursos Humanos, Treinamento, Compras etc.)?

Enfim, a alocação dos custos é um tema polêmico, e pode ser entendida, defendida e também criticada sob diferentes aspectos. O que se apresentou neste trabalho é apenas mais uma das inúmeras metodologias existentes e que ainda estão por surgir. O ponto realmente importante é o entendimento dos resultados produzidos pelos critérios utilizados na modelagem do sistema de alocação de custos, e se esses critérios ajustam-se aos objetivos que a empresa pretende atingir com os números produzidos pela alocação.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. **Comunicação de Dados**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. 323p.
- ANTHONY, R. N. *Cost Concepts for Control. The Accounting Review*. p. 229-234, April 1957.
- ANTHONY, A. A. *Discussion of "On the allocation of fixed and variable costs from service departments. Contemporary Accounting Research*. Vol. 4 No. 1, p. 186-193, Fall 1987.
- BALACHANDRAN, B. V.; LI, L.; MAGEE, R. P. *On the allocation of fixed and variable costs from service departments. Contemporary Accounting Research*. Vol. 4 No. 1, p. 186-193, Fall 1987.
- BALACHANDRAN, B. V.; RAMAKRISHNAN, R. T. S. *Joint Cost Allocation: A unified Approach. The Accounting Review*. Vol. 56, No. 1, p. 85-96, January 1981.
- BALACHANDRAN, B. V.; RAMAKRISHNAN, R. T. S. *Joint Cost Allocation for Multiple Lots. Management Science*. Vol.42, No. 2, p.247-258, Feb. 1996.
- BAILEY, E. E.; FRIEDLAENDER, A. F. *Market Structure and Multiproduct Industries. Journal of Economic Literature*. Vol. 20, No. 3, p. 1024-1048, Sep. 1982.
- BEZERRA, F. A. **Gestão Estratégica de Custos: Um Estudo de Caso sobre a Aplicabilidade do Método de Custeio ABC em Bancos**. 2000 198f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BILAS, R. A. **Teoria Microeconômica: uma análise gráfica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Ed. Forense – Universitária, 1987. 404p.
- BILBAO, J. M. *Cooperative Games on Combinatorial Structures*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. 344p.
- BISGAY, L. MAP *Committee Issues SMA 4F: Allocation of Information Systems Costs. Management Accounting*, Vol. 68, No. 8, p. 56-59, Feb 1987.
- BURGER, E. *Introduction to Theory of Games*. N.J: Prentice Hall, Inc, 1963.

BUTLER, M.; WILLIAMS, H. P. *Fairness Versus Efficiency in Charging for the Use of Common Facilities*. *Journal of Operational Research Society*. Vol. 53, p. 1324-1329, 2002.

BREWER, P. C. *Developing a Data Center Chargeback System Using ABC*. *Journal of Cost Management*. Vol. 12, No. 3, p. 41-47, May/Jun 1998.

CALLEN, J. L. *Financial Cost Allocations: A Game Theoretic Approach*. *The Accounting Review*. Vol. 53, No. 2, p.303-308, April 1978.

COHEN, M. F. **Alguns Aspectos do uso da Informação na Economia da Informação**. *Ciência da Informação*. Vol. 31, No. 3, p. 26-36, Set/Dez 2002.

CUSHING, B. E. *Pricing Internal Computer Services: The basic Issues*. *Management Accounting*. Vol. 57. No. 10, p. 47-50, April 1976.

DAVIES, T. L. *Use Chargeback Systems in the Allocation of Departments*. *South Dakota Business Review*. Vol. 48, No. 2, p. 4-6, December 1989.

DAVIS, M. D. **Teoria dos jogos: uma introdução não-técnica**. São Paulo: Ed. Cultrix, 1973. 214p.

DEMSKI, J. S.; KREPS, D. M. *Models in Managerial Accounting*. *Journal of Accounting Research*. Vol. 20, Supplement, p. 117-148, 1982.

DOOST, R. K. *Cost Allocation Can Be a Good means for Cost Control*. *The Journal of Bank Cost & Management Accounting*. Vol. 10, No. 2, p. 42-48, 1997.

DRURY, D. H. *Assessment of Chargeback Systems in IT Management*. *INFOR*, Vol. 38, No. 3, p. 293-313, Aug. 2000.

EICHBERGER, J. *Game Theory for Economists*. London: Academic Press, Inc, 1993.

FEBRABAN, **Federação Brasileira de Bancos**. <[www.febraban.com.br](http://www.febraban.com.br)> Acesso em 05-04-2005.

FINNEY J. E. *Controlling EDP Costs: Assisting clients in keeping computer-related costs down*. *Journal of Accountancy*. Vol. 151, No. 4, April 1981.

FLOWER, D. A. *Chargeback Methodology For Systems. Journal of Information Management. Vol. 9, No. 1, p. 17-25, Spring 1988.*

GAUNTT, J. E.; PORTER, G. L. *Management Information Systems. Management Accounting. Vol. 66, No. 10, p. 12 e 74 April 1985.*

GUILARDI FILHO, G. *Custos de Sistemas e Processamento de Dados. 1989. 175f. Dissertação (Mestrado em Administração) FGV/EAESP, FGV, São Paulo, 1989.*

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 1987. 159p.*

HAMLEN, S. S.; HAMLEN, W. A.; TSCHIRHART, J. T. *The use of Core Theory in Evaluating Joint Cost Allocation Schemes. The Accounting Review. Vol. 52, No. 3, p.616-627, July 1977.*

\_\_\_\_\_. *The Use of the Generalized Shapley Allocation in Joint Cost Allocation. The Accounting Review. Vol. 55, No. 2, p.269-287, April 1980.*

HERMAN, J. *Internal Chargeback: Keep it simple, but not too simple. Business Communication Review. Vol. 27, No. 4, p. 24-27, April 1997.*

HORNGREEN, C. T. *Contabilidade de Custos: Um enfoque Administrativo. São Paulo: Atlas, 1986. 1077p.*

HORNGREEN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. *Contabilidade de Custos. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 717p.*

HORNGREEN, C.T; SUNDEM, G. L.; STRATTON, W. O.; TEALL, H. D. *Management Accounting. 4<sup>th</sup>. ed. Toronto: Pearson, 2002.*

JENSEN, D. L. *A Class of Mutually Satisfactory Allocations. The Accounting Review. Vol. 52, No. 4, p. 842-856, October, 1977.*

\_\_\_\_\_. *A Class of Mutually Satisfactory Allocation. The Accounting Review. Vol. 52 No. 4, p. 842-856, October 1977.*

JENSEN, M. C.; MECKLING, W. H. *Theory of the firm: Managerial Behavior, Agency costs and Ownership Structure. Journal of Financial Economics, Vol. 3, p. 305-360, October, 1976.*

\_\_\_\_\_. *Divisional Performance Measurement, Working Paper, Harvard Business School, 1986.*

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. *A Relevância da Contabilidade de Custos.* 2 ed. Rio de Janeiro, 1996. 239p.

KAPLAN, R. S.; ATKINSON, A. A. *Advanced Management Accounting.* 3<sup>th</sup>. ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 1998. 798p.

KAPLAN, R. S.; THOMPSON, G. L. *Overhead Allocation via Mathematical Programming Models. The Accounting Review, Vol. 46, No. 1, p. 352-364, July 1971.*

KAPLAN, R. S.; WELAM, U. P. *Overhead Allocation with Imperfect Markets and Nonlinear Technology. The Accounting Review, Vol. 49, No. 3, p. 477-484, July 1974.*

LEIKAM, S. L. *An Evaluation of Activity-Based Costing and Functional Based Costing: A Game Theoretic Approach.* 2000. 168f. Thesis (Doctor of Philosophy) Faculty of The Graduate College, Oklahoma State University, Oklahoma, 2000.

LITTLECHILD, S. C.; OWEN, G. *A Simple Expression for the Shapley Value in a Special Case. Management Science. Vol. 20. No. 3, p.370-372, November 1973.*

LITTLECHILD, S. C.; THOMPSON, G. F. *Aircraft Landing Fees: A Game Theory Approach. The Bell Journal of Economics. Vol. 8, No. 1, p. 186-204, Spring, 1977.*

LOEHMAN, E.; WHINSTON, A. *A New Theory of Pricing and Decision-Making for Public Investment. The Bell Journal of Economics and Management Science. Vol. 2, No. 2, p. 606-625, Autumn, 1971.*

\_\_\_\_\_. *An Axiomatic Approach to Cost Allocation for Public Investment. Public Finance Quarterly. Vol. 2, No. 2, p. 236-261, April 1974.*

LUCE, R. Duncan; RAIFFA, Howard. *Games and Decisions: introduction and critical survey.* New York: John Wiley & Sons, Inc., 1957. 509p.

LUCAS, W. F. *The Multiperson cooperative games. In: LUCAS W. F. (Editor) Game Theory and its Applications. Rhode Island: American Mathematical Society. 1981a. 125p.*



\_\_\_\_\_. *Applications of Cooperative Games to Equitable Allocation*. In: LUCAS W. F. (Editor) *Game Theory and its Applications*. Rhode Island: American Mathematical Society. 1981b. 125p.

LUNARDI, G. L.; MAÇADA, A. C. G. e BECKER, J. L. **O Impacto da Tecnologia de Informação (TI) nos Bancos Brasileiros, Americanos, Argentinos, Chilenos e Uruguaios**. In: ENANPAD, 2002, Salvador. ENANPAD. 2002. v. CD ROM.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 370p.

MARTINS, G. A. **Manual de Elaboração de Monografias de Dissertações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MYERSON, Roger B. *Game Theory: Analysis of Conflict*. Cambridge: Harvard University Press, 1997. 568p.

MURAKAMI, Milton. **Decisão Estratégica em TI: Estudo de Caso**. 2003. 167f. Dissertação (Mestrado em Administração), Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NOLAN, R. L. *Controlling the Costs of Data Services*. *Harvard Business Review*. p. 114-124, July/August 1977.

\_\_\_\_\_. *Managing the crises in Data Processing*. *Harvard Business Review*. p. 115-126, March/April 1979.

OWEN, Guillermo. *Game Theory*. 3<sup>th</sup> ed. London: Academic Press, Inc, 1995. 447p.

ORDESHOOK, Peter C. *Game theory and political theory: an introduction*. New York: Cambridge University Press, 1993. 511p.

OSTRENGA, M. R. *A methodology for identifying your excess capacity costs*. *Journal of Cost Management* p. 39-44, Summer 1988.

PANZAR, J. C.; WILLIG, R. D. *Economies of Scope*. *The American Economic Review*. Vol. 22, No. 2, p. 268-272, May 1981.

ROTH, A. E. *The Shapley Value as a von Newman-Morgenstern Utility*. *Econometrica*. Vol. 45, No. 3, p. 657-664. April 1977.

\_\_\_\_\_. *The Shapley Value: Essays in honor of Lloyd S. Shapley*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

ROTH, A. E.; VERRECCHIA, R. E. *The Shapley Value as Applied to Cost Allocation: A Reinterpretation*. *The Accounting Review*. Vol. 17 No. 1, p. 295-303, Spring 1979.

SAKURAI, M. **Gerenciamento Integrado de Custos**. São Paulo: Atlas, 1997. 279p.

SHALLER, Carol. *Survey of computer cost allocation techniques*. *Journal of Accountancy*. Vol. 137, No. 6, p. 41-46, Jun 1974.

SHAPLEY, L. S. *A Value for n-Person Games*. In: KUHN, H. W.; TUCKER, A. W. (Editores) *Contribution to the Theory of Games Vol. II, Annals of Mathematics Studies*. New Jersey: Princeton University Press, p. 307-317, 1953.

SHUBIK, M. *Incentives, decentralized control, the assignment of joint cost and internal pricing*. *Management Science*. Vol. 8, No. 3, p.325-343, April 1962.

\_\_\_\_\_. *Game Theory and Related Approaches to Social Behavior*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1964.

SILVA, M. K. **O Comprometimento com a Qualidade dos Sistemas de Informação: Um Enfoque nas Competências das Pessoas**. 2001. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

THOMPSON Jr., Arthur A.; FORMBY, John P. **Microeconomia da firma: teoria e prática**. Tradução José Luís Oreiro. 6 ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998. 358 p.

TURBAN, E.; RAINER JR, R. K.; POTTER, RICHARD E. **Administração de Tecnologia da Informação: Teoria e Prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 598p.

VON NEWMAN, J.; MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton University Press, 1944.

WALTON, Richard E. **Tecnologia da informação: o uso de TI pelas empresas que obtêm vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1993. 215p.

ZIMMERMAN, J. L. *The Cost and Benefits of Cost Allocation*. *The Accounting Review*. Vol.54, No. 3. p. 504-521, July 1979.

ZIMMERMAN, J. L. *Accounting for Decision Making and Control*. 3<sup>th</sup> ed. Boston: McGraw Hill, 2000. 730p.



## APÊNDICE

### APÊNDICE 1: TEORIA DA UTILIDADE

A Teoria da Utilidade (TU), apesar de não ser de uso exclusivo da Teoria dos Jogos e poder ser empregada em outros contextos, pode ser considerada como elemento fundamental na sustentação dos conceitos e conclusões obtidos nas soluções de diversos tipos de jogos. Por essa razão, neste trabalho, são apresentados os principais conceitos que envolvem a TU.

O conceito de TU discutido neste trabalho foi desenvolvido inicialmente por von Newman e Morgenstern (1944). O objetivo dos autores foi demonstrar a base teórica da escolha racional dos tomadores de decisão, uma vez que a escolha desses agentes determinará sua posição (estratégia) em relação a um tipo de jogo.

Para Thompson Jr. e Formby (1998, p.22), o conceito de utilidade “refere-se ao prazer ou satisfação associado à posse, uso, consumo ou benefício dos bens e serviços”. Dessa forma, o conceito de utilidade carrega consigo características objetivas e subjetivas, pois cada indivíduo possui níveis de “satisfação” diferenciados, mesmo em se tratando de um mesmo produto ou serviço. Isso que permite inferir que a utilidade existe em função do indivíduo, que avalia segundo sua “percepção” o ganho a ser obtido com um determinado bem ou serviço.

O método utilizado por um tomador de decisão para escolher uma alternativa entre diversas outras é extremamente complexo. Em muitos casos, uma decisão baseia-se em uma perspectiva numérica e, nesses casos, existe sempre uma relação de benefício, satisfação ou ganho (*payoff*) de cada uma das alternativas de decisão. A alternativa que trazer o maior ganho, **considerada a sua probabilidade de ocorrência**, será a escolhida pelo tomador de decisão (caso essa seja uma escolha estritamente racional, obviamente).

Podem ser descritas duas maneiras de se medir a utilidade: (1) escala cardinal e (2) escala ordinal. Na primeira, tem-se a utilidade sendo medida em valores numéricos (-2, 10.3 ou 115). Dada a característica da utilidade, seria difícil colocar em uma escala cardinal as preferências dos indivíduos, mesmo porque seria difícil para o próprio indivíduo mensurar essas preferências. Na segunda escala, espera-se que os indivíduos sejam capazes de ordenar as alternativas (da melhor para pior) sem a pretensão de mensurar quanto uma é melhor que a outra.

Neste trabalho, o importante é avaliar como são estabelecidas as ordens de preferências dos indivíduos, em **escala ordinal**, com base em referenciais quantitativos, como

receita, custo ou lucro, sempre na busca da otimização dos ganhos para o indivíduo (ou grupo de indivíduos).

Ordeshook (1993, p.14) afirma que a função utilidade ordinal definida sobre um conjunto de resultados  $X$  relaciona um número real  $u_i(x)$  para cada elemento de  $X$ , tal que para todo  $x$  e  $x'$  pertencente a  $X$ , a  $u_i(x) \geq u_i(x')$  se e somente se  $x \geq x'$ . Em outras palavras, o que o autor afirma é que um indivíduo irá preferir o resultado  $x$  ao resultado  $x'$  se o valor da utilidade percebida por ele for maior para  $x$  do que para  $x'$ , ou seja:  $u_i(x) \geq u_i(x')$ .

Demonstra-se a seguir a modelagem matemática da utilidade de um indivíduo. Essa demonstração é a forma esperada de como se processa uma escolha racional entre alternativas que possuem ganhos e probabilidades de ocorrência distintas.

O modelo matemático demonstrado neste tópico pressupõe que os indivíduos possam estabelecer suas preferências entre os diferentes benefícios trazidos pelas diversas alternativas de uma escolha. Pressupõe também que, basicamente, essas preferências sempre estarão condicionadas a um estado da natureza que determina a probabilidade de ocorrência dos ganhos de cada alternativa.

Nesse sentido, Myerson (1997, p.5) afirma que “O comportamento de um tomador de decisão pode ser descrito por uma função utilidade, que é a representação quantitativa dos ganhos e das distribuições de probabilidades subjetivas que representam suas convicções sobre fatores relevantes e desconhecidos.”

Sendo  $\Omega$  o conjunto representativo dos **estados de natureza**  $t$  possíveis, define-se como **loteria** toda função  $f$  que especifica um número real não negativo  $f(x|t)$ , para todo ganho  $x$  (pertencente ao conjunto das distribuições de ganho possíveis  $X$  e todo estado  $t$  em  $\Omega$ ), tal que  $\sum_{x \in X} f(x|t) = 1$ . Assume-se, ainda, que  $L$  representa o conjunto de todas as loterias.

Para qualquer estado  $t$  em  $\Omega$  e qualquer loteria  $f$  em  $L$ ,  $f(\cdot|t)$  representa a distribuição de probabilidade do ganho  $x$  ocorrer. Em outras palavras, a distribuição esperada do ganho  $x$  é determinada por  $f$  no estado  $t$ .

O número  $f(x|t)$  deve ser interpretado como a probabilidade condicional do ganho  $x$  na loteria  $f$  sendo  $t$  um estado possível. Isso só pode ser interpretado desse modo se o estado englobar todos os fatores desconhecidos e relevantes para se atingir o ganho  $x$ .

Vale ressaltar que o modelo assume que os ganhos sejam mutuamente excludentes e esgotem as conseqüências das decisões de um indivíduo. Além disso, assume-se que  $X$  representa a especificação completa de todos os aspectos que o tomador de decisão acredite serem relevantes sobre o resultado de suas decisões.

De posse desses elementos, é razoável assumir que os tomadores de decisão possam ser capazes de estimar uma ordem de preferência sobre o conjunto de loterias.

Para se entender melhor como se processa uma decisão, denomina-se **evento** a informação que o tomador de decisão pode ter sobre um estado, que é um subconjunto não vazio de  $\Omega$ . Representado por  $\Xi$ , o conjunto de todos os eventos, tem-se que:

Para duas loterias quaisquer  $f$  e  $g$  em  $L$  e qualquer evento  $S$  em  $\Xi$ , pode-se escrever que  $f \geq_s g$  (lê-se:  $f$  é preferido a  $g$  caso ocorra  $S$ ), se e somente se  $f$  for ao menos tão desejável quanto  $g$  na opinião do tomador de decisão, obviamente, se este estiver certo de que as condições necessárias para se atingir o ganho esperado estejam descritas no evento  $S$ .

Isso significa que  $f \geq_s g$  somente se o tomador de decisão estiver inclinado a escolher a loteria  $f$  quando da escolha entre  $f$  e  $g$  e sabe que o evento  $S$  ocorrerá.

Além da relação  $f \geq_s g$ , existem ainda outros dois tipos de relação de preferência que precisam ser apresentados:

$$f \sim_s g \Leftrightarrow f \geq_s g \text{ e } g \geq_s f$$

$$f >_s g \Leftrightarrow f \geq_s g \text{ e } g \not\geq_s f$$

A relação  $f \sim_s g$  significa que o tomador de decisão é indiferente entre  $f$  e  $g$  se tiver que escolher entre estas alternativas, caso  $S$  ocorra. A relação  $f >_s g$  indica que existe uma preferência estrita de  $f$  em relação a  $g$ , dado  $S$ .

Uma forte presunção existente nessa teoria é a de que os indivíduos têm muito bem definidas suas preferências, levando em consideração as distribuições de probabilidades de cada loteria e um evento qualquer em  $\Xi$ .

Basicamente, o que se apresenta até aqui coloca o problema da tomada de decisão como sendo a consideração de um conjunto finito de resultados  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  e o estabelecimento de uma relação de preferência  $\{\geq, \leq, \sim\}$ . Existem, no entanto, alguns axiomas que devem ser obedecidos: Completude, Transitividade, Monotonicidade e Substituição.

A **Completude** significa que dois resultados quaisquer podem ser ordenados segundo as preferências do indivíduo. Por exemplo:  $x_1 \geq x_2$  ou  $x_1 \leq x_2$  ( $x_1$  é preferido a  $x_2$  ou  $x_2$  é preferido a  $x_1$ ).

Exigir que a escolha de um indivíduo seja binária completa é bastante razoável. Significa que, por exemplo, entre três tipos de sobremesas do conjunto  $\{x_1, x_2, x_3\}$ , um indivíduo é capaz de relacioná-las, duas a duas, e dizer se prefere uma à outra, ou mesmo que é indiferente a dois tipos de sobremesa.

A **Transitividade** implica em assumir que se  $x_1 \geq x_2$  e  $x_2 \geq x_3$ , então  $x_1 \geq x_3$ . Se um indivíduo prefere  $x_1$  a  $x_2$  e se  $x_2$  é preferido a  $x_3$ , então,  $x_1$  é preferido a  $x_3$ .

Com esses dois axiomas (completude e transitividade) garante-se que as escolhas de um indivíduo podem ser ordenadas em uma cadeia única, sem espaços vazios (completude) e sem ciclos (transitividade).

A função utilidade ( $u: X \rightarrow \mathfrak{R}$ ) é consistente com a relação de preferência de um problema de decisão envolvendo a distribuição de ganho e a escolha entre algumas opções possíveis  $(X, \geq)$ , para todo  $x_1, x_2 \in X$ . Então, é possível afirmar que:  $x_1 \geq x_2 \Leftrightarrow u(x_1) \geq u(x_2)$ . Em outras palavras, um resultado  $x_1$  é preferido ao resultado  $x_2$  se e somente se a utilidade de  $x_1$  for maior que a utilidade de  $x_2$  e, assumindo que o conjunto de resultado seja finito, pode-se, então, concluir que sempre haverá uma função utilidade consistente com a lista de preferências de um indivíduo.

Diante de um problema de decisão  $(X, \geq)$ , um indivíduo racional escolherá o resultado  $x^* \in X$  se esse resultado maximizar a sua utilidade.

Em um ambiente de risco, conforme já comentado, cada resultado é avaliado de acordo com a distribuição de probabilidade de sua ocorrência; dessa forma, um indivíduo, diante de um problema de decisão em um ambiente de risco, passa a balizar sua escolha segundo a composição das loterias.

Uma loteria simples pode ser definida pelo conjunto:

$$\{(x_1, p_1), (x_2, p_2), (x_3, p_3), \dots, (x_n, p_n) \mid \sum_{i=1}^n p_i = 1 \text{ e } 0 < p_i \leq 1\}$$

Para exemplificação desse conceito, a Figura 18 apresenta duas loterias simples:  $a$  e  $b$ . Para  $a$ , têm-se os resultados  $(x_1, x_2, x_3) = (0, 2, 1)$  com probabilidades  $(p_1, p_2, p_3) = (0,5, 0,2, 0,3)$ , respectivamente e, para  $b$ ,  $(y_1, y_2) = (2, 3)$  com probabilidades de  $(q_1, q_2) = (0,6, 0,4)$ .



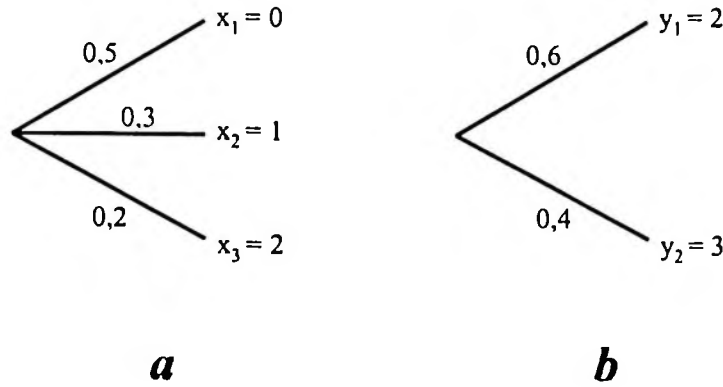


Figura 18 - Loterias Simples

Ao definir suas preferências, o indivíduo irá considerar a composição de cada loteria, ou seja, os resultados ponderados pela probabilidade de sua ocorrência. Sendo assim, é possível assumir que a utilidade percebida por um indivíduo de um bem ou serviço pode ser substituída (como estimativa) pela **utilidade esperada** de qualquer loteria.

Admitindo-se uma função utilidade  $u: X \rightarrow \mathfrak{R}$ , a utilidade esperada da loteria  $L = \{(x_1, p_1), (x_2, p_2), (x_3, p_3), \dots, (x_n, p_n)\}$  é dada por:

$$u(L) = \sum_{i=1}^n u(x_i) p_i$$

Outro conceito importante para a avaliação de alguns requisitos da decisão racional é o das **loterias compostas**. Supondo que um indivíduo possa escolher duas alternativas simultaneamente, como forma de maximizar seus ganhos, a utilidade dessa escolha é resultado da multiplicação das loterias iniciais por uma outra loteria  $r$ , que representa a probabilidade de ocorrência das loterias iniciais. Utilizando o caso da Figura 18, introduziu-se uma nova loteria  $r$ , que prevê 50% de probabilidade de ocorrência para  $a$  e para  $b$ . Tem-se então:

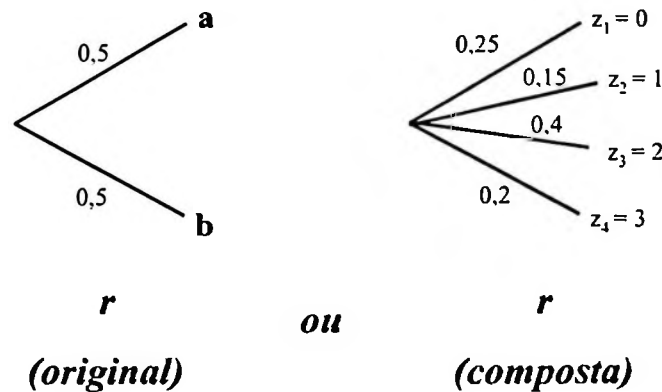


Figura 19 - Loteria Composta

Os resultados da loteria composta nada mais são do que combinações lineares das loterias iniciais. Se, como no exemplo, o resultado 2 tem probabilidade 0,2 na loteria  $a$  e 0,6 na loteria  $b$ , então, em  $r$  tem-se  $(0,2)*0,5 + (0,6)*0,5 = 0,4$ , conforme apresentado na Figura 19, e assim por diante.

Uma loteria composta  $\tilde{L}$  é definida como sendo  $\tilde{L} = \{(L_1, q_1), (L_2, 1 - q_1)\}$ . Como pode ser observado, não existe diferença entre uma loteria simples e uma composta; o único detalhe é que a composição entre  $L_1$  e  $L_2$  é preferida pelo indivíduo ao invés das loterias iniciais, ou seja,  $L_1 \leq \tilde{L} \geq L_2$ .

Outro axioma importante é a **Monotonicidade**. Assumindo que a loteria  $L_1$  seja preferida em relação a  $L_2$ , então,  $\{(L_1, q_1), (L_2, 1 - q_1)\}$  é preferido  $\{(L_1, r_1), (L_2, 1 - r_1)\}$  se  $q > r$ . Já que  $L_1 > L_2$ , então, uma probabilidade de ocorrência mais favorável  $q$  para  $L_1$  não altera a relação de preferência entre  $L_1$  e  $L_2$ .

Por fim, o axioma da **Substituição**. Se uma loteria  $L_1$  é preferida em relação a  $L_2$ , então, qualquer composição feita entre essa loteria e qualquer outra preserva essa relação de preferência, ou seja:  $\{(L_1, q_1), (L_3, 1 - q_1)\} \geq \{(L_2, q_1), (L_3, 1 - q_1)\}$

O axioma da substituição também é conhecido como **Independência às Alternativas Irrelevantes**, que determina que as preferências devem depender apenas de como os indivíduos ordenam uma relação binária (duas opções de escolha), não de como ordenam as outras alternativas.

Considerando a validade dos axiomas apresentados, pode-se afirmar que, em casos de tomada de decisão, será sempre possível encontrar uma **Função de Utilidade Esperada** (VON NEWMAN; MORGENSTERN, 1944).

No decorrer de todo este trabalho, os **ganhos** representam a **utilidade esperada** de acordo com os conceitos de von Newman e Morgenstern (1944); sendo assim, os ganhos esperados são resultado de uma análise racional dos jogadores. Pode-se então concluir que o ganho esperado é a própria expectativa de utilidade dos indivíduos nos jogos em que se envolverem.

Em resumo, o que discutiu-se até aqui é que o “valor” dado a cada alternativa de uma escolha (racional) corresponde à expectativa do **ganho** que essa alternativa pode gerar, e que também esse “valor” possa ser expresso por intermédio de uma função, denominada **utilidade**. Essa função é definida a partir do conjunto dos ganhos e das diversas distribuições

de probabilidade desses ganhos (*loterias*). A função utilidade traduz as preferências dos indivíduos, baseadas na **expectativa de valor da utilidade de cada loteria**.

Obviamente, o parágrafo anterior é apenas uma simplificação sobre a qual o modelo desenvolvido neste trabalho está baseado. Isso porque o conceito de **utilidade** e o indivíduo que o analisa nem sempre busca maximizar a média de seus ganhos em todos os jogos dos quais participa. Imagina-se uma situação em que um pai joga pôquer com seu filho, e que esteja em jogo um punhado de moedas. As decisões do pai no jogo podem não estar, necessariamente, voltadas à maximização de seu lucro; significa que o “valor” da utilidade nem sempre confunde-se com o valor monetário em jogo, e não o segue, necessariamente, de forma diretamente proporcional (perda ou ganho). Esse é, na verdade, o grande desafio para a **função utilidade**: identificar, de acordo com os resultados do jogo, o que cada participante escolheu e, assim, descrever como cada um se comporta em determinadas situações.

No entanto, neste trabalho (no qual estão envolvidas questões como alocação de custos entre unidades organizacionais, participação nos resultados pelo cumprimento das projeções orçamentárias, redução de custos, aumento de lucratividade etc.) a expectativa média do menor custo a ser recebido em uma alocação de custos é considerada como substituto adequado à mensuração da utilidade para os tomadores de decisão. Com base nesses valores, presume-se que o tomador de decisão possa ordenar suas preferências de acordo com a maximização da sua função utilidade.

Com relação à alocação de custos pela prestação de serviços internos, se a decisão for estritamente racional, os departamentos usuários irão aceitar a distribuição de custos que lhes impuser a menor quantia de custos possível, pois essa é, teoricamente, a opção que lhe gera a maior utilidade.