



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

**Análise das Decisões de Investimentos em P&D nas
Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação à
Luz da Teoria dos Jogos: o caso do Instituto Titan.**

Fortaleza – Ceará

2007

RODRIGO SANTOS DE MELO

**Análise das Decisões de Investimentos em P&D nas
Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação à
Luz da Teoria dos Jogos: o caso do Instituto Titan.**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro de Estudos Aplicados, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração. Área de Concentração: Pequenos e Médios Negócios
Orientador: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara.

Fortaleza – Ceará

2007

FICHA CATALOGRÁFICA

M528a Melo, Rodrigo Santos de

Análise das decisões de investimentos em P&D nas empresas de tecnologia da informação e comunicação à luz da teoria dos jogos: o caso do Instituto Titan / Rodrigo Santos de Melo. -Fortaleza, 2007.

153p

Orientador: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Administração) - Universidade Estadual do Ceará; Centro de Estudos Sociais Aplicados.

1. Teoria dos jogos. 2. Tecnologia da informação e Comunicação - Fortaleza. 3. Estratégias cooperativas. I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados.

CDD:658.0981131

Universidade Estadual do Ceará
Curso de Mestrado Acadêmico em Administração

Título do Trabalho: Análise das Decisões de Investimentos em P&D nas Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação à Luz da Teoria dos Jogos: o caso do Instituto Titan.

Autor: Rodrigo Santos de Melo

Defesa em: 30 / 08 / 2007

Conceito obtido: _____

Nota Obtida: _____ ()

Banca Examinadora

Prof. Samuel Façanha Câmara
Doutor em Economia
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Prof. Paulo César de Sousa Batista
Ph.D. em Economia

Prof. Sérgio Aquino de Souza
Ph.D. em Economia

Dedico este trabalho à Deus

AGRADECIMENTOS

À Katarina, pessoa que me ensinou o significado da palavra amor;

Aos meus pais, Mauro e Lina, pelo investimento na minha educação, condição fundamental para o meu desenvolvimento moral;

Aos meus irmãos Mauro, Marne, Liana e Marcelo;

Ao orientador da minha dissertação, professor Samuel Façanha por me transmitir o conhecimento necessário para que eu desenvolvesse este trabalho;

Aos professores Paulo César Batista e Sérgio Aquino pela contribuição intelectual;

Aos colegas do mestrado. Prefiro não citar nomes para não correr o risco do esquecimento, pois todos foram igualmente importantes;

Aos colegas dos grupos de pesquisa em finanças e estratégia e do LASO, em especial o Alexandre Galindo, que em muito contribuiu na pesquisa de caracterização do APL de TIC no Ceará;

À Coordenação e Secretaria do mestrado pelo visível empenho na consolidação do CMAAd;

Aos professores da UECE, em especial o estimado professor Luiz Alcione Albandes Moreira (*in memoriam*), professor que deixa saudades pelas memoráveis aulas, cujas palavras eram quase intransponíveis à compreensão comum;

*Embora ninguém possa voltar atrás
e fazer um novo começo, todo
mundo pode começar agora e fazer
um novo final.*

Chico Xavier

RESUMO

A adoção de estratégias cooperativas firma-se no propósito da conquista de vantagens competitivas pela diminuição do risco intrínseco ao negócio através da colaboração e da competição simultânea. A hipótese defendida na pesquisa é que no setor de Tecnologia da Informação e Comunicação Cearense ao adotar estratégias cooperativas torna-se a opção mais racional, pois elimina-se possíveis *free-rides*, minimizam-se os gastos individuais em P&D e maximizam-se os ganhos decorrentes do mercado. Os modelos propostos no trabalho baseiam-se em estratégias competitivas e cooperativas para testar a reação das empresas em diferentes cenários levando-se em consideração as externalidades, variabilidades, custo de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A pesquisa é caracterizada como experimental em ambiente computacional. Os dados foram coletados através da aplicação de questionário junto a 23 empresas de TIC no Ceará e a entrevista realizada com o atual gestor do Instituto Titan. Os resultados da pesquisa confirmaram a hipótese de que em cenário de alta externalidade e alta variabilidade, a melhor opção é adotar estratégias colaborativas, como forma de reduzir o risco de traição por uma das empresas inseridas no Instituto.

Palavras - chave: Teoria dos Jogos, Tecnologia da Informação e Comunicação, Estratégias Cooperativas, externalidade

ABSTRACT

The adoption of cooperative strategies seeks the gain of competitive advantages by the decrease of the intrinsic risk to the business through the collaboration and also simultaneous competition. So this research major hypothesis is to affirm that when the Information Technology and communication sector from Ceará State, adopt cooperative strategies it becomes a most rational option, once possible free-rides can be eliminated. Therefore, the individual expenses in R&D are minimized and the current market earnings are maximized. The models proposed in this work are based in competitive and cooperative strategies to test the company reaction through different sceneries. It was considered the externality, variability and the research and development cost (R&D). The experimental research was carried out through a questionnaire applied along 23 companies in an IT environment followed by an interview with the CEO of Titan Institute. The results confirmed the hypothesis that in scenery of high externality and high variability, the best option is to adopt collaborating strategies, as a way of reducing the betrayal risk to one of the companies involved with the Titan Institute.

Key-words: Game theory, Information Technology and communication, Cooperative Strategies, variability and externality.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CENPRA	-	Centro de Pesquisa Renato Archer
FINEP	-	Financiadora de Estudos e Projetos
INSOFT	-	Instituto de Tecnologia da Informação
JVC	-	Japan Victor Company
LASO	-	Laboratório de Simulação e Otimização de Empresas
OSCIP	-	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
P&D	-	Pesquisa e Desenvolvimento
PME	-	Pequenas e Médias Empresas
RCA	-	Radio Corporation of America
STELLA	-	Structural Thinking Learning with Animation
VHS	-	Video Home System
VPL	-	Valor Presente Líquido
TIC	-	Tecnologia da Informação e Comunicações

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Como identificar os objetivos específicos amplos no setor de TIC	26
FIGURA 2	Identificando objetivos centrais e mensuráveis no setor de TIC	27
FIGURA 3	Identificando competências no setor de TIC	28
FIGURA 4	Alianças estratégicas verticais e horizontais	30
FIGURA 5	Abordagens de estudo de um sistema	73
FIGURA 6	Diagrama de laço causal	74
FIGURA 7	Fluxo em dinâmicas de sistema	75
FIGURA 8	Diagrama das etapas da pesquisa	79
FIGURA 9	Modelo de simulação no estágio de competição	81
FIGURA 10	Modelo de simulação no estágio de cooperação	84
FIGURA 11	Modelo de simulação no estágio de coalizão	87
FIGURA 12	Modelo de simulação em estágios de traição e cooperação	90

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Evolução das vendas VHS x Betamax	34
GRÁFICO 2	Distribuição de probabilidade em estratégia Pura	46
GRÁFICO 3	Distribuição de probabilidade em estratégia Mista	47
GRÁFICO 4	Curva de reação da empresa 1	55
GRÁFICO 5	Curva de reação da empresa 1	55
GRÁFICO 6	Curva de reação da empresa 1	56
GRÁFICO 7	Curva de reação da empresa 1	58
GRÁFICO 8	Evolução do investimento em P&D da firma traidora	93
GRÁFICO 9	Evolução do investimento em P&D da firma que coopera	93
GRÁFICO 10	Evolução do investimento em P&D da firma traidora	94
GRÁFICO 11	Evolução do investimento em P&D da firma que coopera	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise do cenário competitivo de baixa externalidade e alta variabilidade	82
TABELA 2	Análise do cenário competitivo de baixa externalidade e baixa variabilidade	82
TABELA 3	Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e alta variabilidade	83
TABELA 4	Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e baixa variabilidade	83
TABELA 5	Análise do cenário de cooperação com baixa externalidade e alta variabilidade	85
TABELA 6	Análise do cenário de cooperação com baixa externalidade e baixa variabilidade	85
TABELA 7	Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e alta variabilidade	86
TABELA 8	Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e baixa variabilidade	86
TABELA 9	Análise do cenário de coalizão com baixa externalidade e alta variabilidade	88
TABELA 10	Análise do cenário de coalizão com baixa externalidade e baixa variabilidade	88
TABELA 11	Análise do cenário de coalizão com alta externalidade e alta variabilidade	89
TABELA 12	Análise do cenário de coalizão com alta externalidade e baixa variabilidade	89
TABELA 13	Análise do cenário de traição x cooperação com baixa externalidade e alta variabilidade	91
TABELA 14	Análise do cenário de traição x cooperação com baixa externalidade e baixa variabilidade	91
TABELA 15	Análise do cenário de traição x cooperação com alta externalidade e alta variabilidade	92
TABELA 16	Análise do cenário de traição x cooperação com alta externalidade e baixa variabilidade	92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Razões para Alianças Estratégicas por Tipos de Mercados	24
----------	---	----

SUMÁRIO

1	Introdução	17
2	Estratégias Cooperativas.....	23
2.1	Razões para a Formação de Estratégias Cooperativas.....	23
2.2	Os Riscos da Atividade Empreendedora	25
2.3	Alianças Complementares	29
2.4	Estratégias Cooperativas na Obtenção de Vantagem Competitiva.....	31
2.5	Intenção Estratégica dos Sócios.....	31
2.6	A Batalha dos Videocassetes	32
2.7	Coopetição	35
3	Teoria dos Jogos.....	38
3.1	Aspectos Históricos sobre a Teoria dos Jogos.....	38
3.2	Jogos como Análise Estratégica	40
3.3	Estratégia Dominante.....	41
3.4	Equilíbrio de Nash	44
3.5	Estratégias Mistas	45
3.6	O Dilema dos Prisioneiros	48
3.7	Estudo das Estratégias Duopolistas	51
3.7.1	O Modelo de Cournot com duas Empresas	52
3.7.2	O Modelo de Stackelberg	59
3.7.3	O Modelo de Bertrand	60
3.7.3.1	Aplicação do Modelo de Bertrand em Produtos Homogêneos.....	60
3.8	A Necessidade de Inovar em Produtos e/ou Processos	61
3.9	A Questão das Externalidades	62
4	Metodologia da Pesquisa.....	70
4.1	Ambiente da Pesquisa.....	70
4.2	Natureza da Pesquisa	70
4.3	Tipo da Pesquisa	71
4.4	Estratégia da Pesquisa.....	71
4.5	O Universo da Pesquisa	75
4.6	Coleta de Dados	77

4.7	Modelo Empírico	78
4.8	Etapas da Pesquisa	78
5	Análise e Apresentação dos Resultados	80
5.1	Resultados da Simulação	80
5.1.1	Competição	80
5.1.2	Cooperação	84
5.1.3	Coalizão	86
5.1.4	Traição x Cooperação	90
5.2	Os Riscos associados ao Instituto Titan.....	96
5.3	Os Processos de Cooperação e Competição	98
5.4	O Investimento em P&D e a existência de Externalidades	99
	Conclusão.....	101
	Referências Bibliográficas	103
	Anexos	107

Introdução

As mudanças ocorridas no cenário mundial nas últimas décadas provocaram alterações drásticas na estrutura organizacional das empresas. Não são raras as empresas que procuram investir em departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) objetivando alcançar inovações de produtos e/ou processos necessários ao crescimento econômico. As inovações são motivadas pela percepção de atividades inexploradas pelo mercado visando retornos econômicos, o que normalmente ocorre nas empresas através do trabalho rotineiro de P&D empreendido no processo inovador (BASTOS, 2004).

Carraro (1997) define a atividade de P&D como um insumo que produzirá novos conhecimentos ou novas informações, o produto da atividade inovativa. Dessa forma, atividades de P&D fazem sentido econômico somente quando as implicações tecnológicas puderem trazer vantagens competitivas às organizações que investiram neste processo.

A necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), especialmente nas áreas de tecnologia da informação e comunicação (TIC), deve-se, principalmente, à internacionalização dos mercados e à rápida velocidade com que novas tecnologias são criadas. Como resposta a estas necessidades do mercado, a área de P&D no Brasil toma um impulso em relação às demandas por tecnologias atuais, potenciais e futuras (CARRARO, 1997).

Para se implementar um departamento de P&D são necessários investimentos em recursos materiais e humanos, nem sempre disponíveis às organizações nacionais. Schumpeter (1982) aponta as firmas, principalmente as grandes empresas, como as responsáveis pelo processo inovador, sendo-lhes exigidos enormes investimentos em P&D para alcançar o progresso tecnológico e a inovação.

Nos estágios iniciais da evolução de indústrias *science-based*, em que questões de escala não são relevantes, firmas de menor porte podem obter vantagens, dados sua maior capacidade de assumir riscos, rapidez de aprendizado e maior potencial de crescimento, embora também apresentem algumas desvantagens, pois as firmas menores não parecem

capacitadas para suportar os pesados gastos em pesquisa e os riscos da inovação, principalmente pelas necessidades de estruturas formais de P&D (BASTOS, 2004).

Em uma pesquisa realizada no ano de 2006 pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil junto a 2.700 empresas com mais de 10 funcionários de todas as regiões do país e em diversos setores da economia brasileira, verificou-se que o uso de computadores e da internet pelas empresas investigadas é praticamente universal, indicando um alto nível de informatização do setor privado no Brasil. Entretanto, ainda são grandes as dificuldades encontradas na contratação de profissionais com especialidade em TIC, havendo ainda muito a ser feito para que o potencial das tecnologias da informação e da comunicação seja absorvido pelo setor produtivo brasileiro.

Zawislak (1996) aponta a cooperação tecnológica como um redutor para as dificuldades de adequação tecnológica, pois através da cooperação se reduzem os custos de transação relativos ao processo de inovação tecnológica, aumentando a eficiência econômica e, por consequência, a competitividade. Estratégias cooperativas devem ser formalizadas no sentido de definir claramente o papel dos gestores dentro do processo cooperativo, sendo essa formalização normalmente obtida através de contratos principais e aditivos.

Empresas com interesses em comum podem desenvolver entre si diversos tipos de alianças estratégicas voltadas para a TIC. Garcias (2001, p.3) contribui para o estudo da formação das alianças estratégicas, ao analisar o comportamento individual dos atores.

Os grupos são formados e atuam no sentido de alcançar os interesses e objetivos do todo. As organizações são criadas para atingir objetivos que não poderiam ser alcançados por iniciativa individual. Os grupos existem para alcançar interesses comuns e continuarão a existir enquanto forem bem-sucedidos nesse sentido. Os interesses comuns de um grupo não necessariamente coincidem com os de cada indivíduo. Neste sentido, conclui-se que as metas de um grupo não resultam, portanto, somente da agregação dos interesses e objetivos individuais.

Embora seja reconhecida a importância das alianças estratégicas entre as empresas, parece relevante acrescentar que o reconhecimento da importância da cooperação não significa que estas organizações podem prescindir da dinâmica da competição, condição essencial para se obter uma posição douradora no mercado.

Garcias (2001), em seu estudo sobre formação de alianças estratégicas, apresenta uma série de fatores restritivos, capazes de proporcionar o insucesso do grupo, como a lentidão no processo de decisão, dificuldades de harmonizar competitividade e cooperação na produção de bens coletivos exclusivos e de estabelecer mecanismos adequados de incentivo e controle, possibilidade de formação de subgrupos de interesse, tendência de diminuir o tamanho do grupo para a produção dos bens exclusivos, complexidade do arranjo organizacional e do sistema de contratos, limitações de um sistema de comando disperso, dificuldades de desmembramento de investimento fixo de grande monta e certas externalidades, como o comportamento oportunista dos agentes e o problema do *free-rider* (membro do grupo que está interessado nos benefícios, mas evita participar dos custos) no caso da oferta de bens e serviços inclusivos.

Existem dois fatores que levam as empresas de TIC a adotar alianças estratégicas em pesquisa e desenvolvimento (P&D): a junção de habilidades específicas e a diminuição dos custos e riscos inerentes à pesquisa. Lewis (1992) considera que, dependendo das competências estratégicas das empresas, a cooperação pode levar ou não a desempenhos melhores, mas a adoção de estratégias cooperativas leva as empresas de TIC a oferecer produtos e serviços com os quais não se arriscariam sozinhas, devido ao orçamento elevado em pesquisas que envolvam alta tecnologia.

Chatterjee (2006, p. 26) atenta para a possibilidade de se tirar vantagem de oportunidades novas e ainda não testadas, através da incorporação de sistemas ao modelo de negócio que apresente mais clareza sobre a natureza dos riscos.

Hitt (2005) acrescenta a importância da escolha do sócio quando se buscam estratégias cooperativas. Em uma aliança, é importante entender a intenção estratégica do sócio – em alianças complementares horizontais, por exemplo, o sócio pode estar interessado apenas em obter o conhecimento necessário sobre uma tecnologia, para em seguida tornar-se um concorrente potencial daquele de quem obteve o *insight* necessário para utilizar a tecnologia de maneira bem sucedida.

Dixit e Nalebuff (1994), Chatterjee (2006) e Gemawat (2000) apontam a teoria dos jogos como uma metodologia capaz de compreender decisões que envolvam a possibilidade de adoção de estratégias cooperativas ou não. Possas (2002) acrescenta que, para tratar teórica

e analiticamente comportamentos estratégicos, deve-se utilizar a teoria dos jogos, desde que haja o conceito de racionalidade substantiva (maximização de ganhos) e a incerteza seja em relação às reações dos rivais, quando sob informação incompleta.

O mercado atual, caracterizado como turbulento e competitivo, é marcado por novas e inovadoras maneiras de fazer negócios. Diante desta situação, os gestores de organizações de diversos segmentos recorrem às empresas voltadas para TIC, exigindo melhores soluções.

Em relação ao Ceará, um grupo de gestores de empresas locais da área de tecnologia da informação e de telecomunicações se organizou em torno do Instituto Titan, objetivando alavancar o setor de TIC no Ceará e desenvolver um pólo tecnológico, chamado Titan Park.

Em função disso, apresenta-se o seguinte problema de pesquisa: como se dão as decisões de investimentos em P&D das empresas associadas ao Instituto Titan através da formação de estratégias cooperativas?

Daí o objetivo geral deste trabalho, de analisar as decisões das empresas de TIC no Ceará, no tocante a investimentos em pesquisa e desenvolvimento, considerando a possibilidade da geração de externalidades.

Quanto aos objetivos específicos, procura-se:

- apresentar o risco como um fator central em P&D no setor de TIC;
- identificar quais as possíveis áreas de atuação das empresas que desenvolvem produtos / serviços semelhantes;
- apresentar o potencial de formação de estratégias de cooperação entre as empresas de bases tecnológicas semelhantes;
- mostrar, à luz da teoria dos jogos, como as empresas decidiriam sobre investimentos em P&D de forma colaborativa.

Com relação à hipótese, sugere-se que, em um duopólio e havendo a possibilidade de geração de externalidades pela perseguição de inovação através do investimento em P&D, adotar estratégias cooperativas torna-se a opção mais racional.

Para confirmar esta hipótese, utilizam-se o instrumental teórico da Teoria dos Jogos e o Modelo de Cournot para analisar o comportamento das empresas que desenvolvem produtos homogêneos e disputam o mesmo mercado, a questão do risco inerente ao setor de TIC e a abordagem de estratégias cooperativas no intuito de entender o paradigma da cooperação e/ou competição.

Um estudo desta natureza justifica-se pela importância que uma análise da decisão de cooperar ou não trará para as empresas associadas ao Instituto, pelas melhorias que um pólo de desenvolvimento de TIC proporcionará, dotando de elevado grau de competitividade as empresas tomadoras e fornecedoras de TIC, e pela possibilidade de desenvolvimento econômico no âmbito regional, através da geração de emprego e renda.

O trabalho está estruturado em seis seções, incluindo-se esta primeira, de caráter introdutório. Na segunda seção aborda-se o conceito de estratégias cooperativas, os tipos, as características e a forte relação com o mercado de TIC, a P&D como geradora do processo de inovação e o dilema da cooperação e/ou competição no setor de TIC e apresenta-se o risco como fato gerador nas decisões de cooperação.

Na terceira parte do trabalho apresenta-se o instrumental oferecido pela teoria dos jogos como a solução estratégica para se analisar o comportamento das firmas envolvidas. Apresentam-se ainda as estratégias dominantes, mistas, o equilíbrio de Nash, o exemplo do dilema dos prisioneiros, a questão das externalidades e os modelos de duopólio (Cournot), que serão aplicados no exemplo do Instituto Titan.

A quarta parte será dedicada aos procedimentos metodológicos, adotando-se uma abordagem probabilística, com simulação de quatro cenários – baixa externalidade e baixa variabilidade; baixa externalidade e alta variabilidade; alta externalidade e baixa variabilidade; e alta externalidade e alta variabilidade – e a utilização dos *softwares* Microsoft Excel e Stella. Delineia-se o Titan como um instituto que congrega as maiores empresas de TIC do Ceará e apresentam-se as estratégias utilizadas para o desenvolvimento do setor e a visão de futuro dos gestores em relação ao tema.

Ao final, apresentam-se os resultados obtidos na pesquisa através da simulação, dos questionários e da entrevista e as conclusões do trabalho.

2. Estratégias Cooperativas

Alianças estratégicas são a principal forma de estratégias cooperativas. Estas alianças, que ocorrem de forma crescente, surgiram como uma resposta às rápidas mudanças nas atividades econômicas, na tecnologia e em virtude da globalização. Um dado que comprova a popularidade das alianças estratégicas é o fato de terem sido realizadas mais de 20.000 em recentes 2 anos, a nível mundial, sendo mais da metade dessas alianças formada por competidores (HITT, 2005).

2.1 Razões para a formação de Estratégias Cooperativas

Hitt (2005) define alianças estratégicas como parcerias entre empresas que combinam recursos, capacidades e *core competences* para perseguir interesses mútuos em projetos, fabricação ou distribuição de produtos ou serviços.

As alianças estratégicas apresentam-se em três formas básicas. Uma delas é a *joint venture*, onde duas ou mais empresas criam uma companhia independente combinando partes de seus ativos (HITT, 2005, p. 363). Comumente a *joint venture* tem prazo determinado para ser desconstituída e as firmas envolvidas possuem percentagens iguais das ações. Um segundo tipo, chamado aliança estratégica acionária, ocorre quando os parceiros detêm percentagens diferentes do capital social do novo empreendimento. Estes tipos de aliança são considerados mais eficientes para transferir *know how* entre as firmas, porque estas estão mais próximas do controle hierárquico do que nas alianças sem participação acionária (HITT, 2005).

Em um terceiro tipo, as alianças estratégicas são formadas por acordos contratuais sem participação acionária para que uma companhia forneça, produza ou distribua os bens e serviços de uma firma, sem haver compartilhamento do capital social (HITT, 2005). Este tipo de aliança exige menor formalidade e compromisso dos participantes do que as *joint ventures* e as alianças estratégicas acionárias.

As estratégias cooperativas podem servir a diversos propósitos e trazer uma série de benefícios para as empresas, mas nem sempre o resultado projetado é alcançado. Hitt

(2002) acrescenta que o envolvimento a nível corporativo de todas as empresas envolvidas pode ser a chave para o sucesso da aliança.

Segundo Zawislak (1996), entre os benefícios de uma cooperação bem sucedida destacam-se a redução dos prazos de maturação de projetos, um nítido aumento de sinergia e de complementaridade, bem como um acesso mais amplo a diferentes mercados.

As razões que levam as firmas a cooperarem são pautadas em três situações de mercado: ciclo lento (mercados protegidos ou quase monopólios), ciclo-padrão e ciclo rápido, apresentados no QUADRO 1, a seguir.

QUADRO 1 - Razões para Alianças Estratégicas por Tipos de Mercados

Mercado	Razão
Ciclo Lento	Ganhar acesso ao mercado restrito
	Estabelecer uma franquia em um novo mercado
	Manter a estabilidade de mercado (por exemplo, estabelecer padrões)
Ciclo-Padrão	Ganhar poder de mercado (reduzir a supercapacidade industrial)
	Ganhar acesso a recursos complementares
	Superar barreiras comerciais
	Enfrentar desafios competitivos de outros competidores
	Reunir recursos para projetos de capital muito grandes
	Aprender novas técnicas de negócios
Ciclo Rápido	Agilizar o desenvolvimento de novos bens ou serviços
	Agilizar a entrada em novos mercados
	Manter a liderança de mercado
	Formar um padrão tecnológico industrial
	Compartilhar despesas arriscadas de pesquisa e desenvolvimento (P&D)
	Superar a incerteza

Fonte: HITT, 2005, p.365

As firmas que estão inseridas no mercado de ciclo lento tendem a procurar alianças estratégicas cooperativas em mercados emergentes, como Brasil, Rússia, China e Índia. No Brasil, a desestatização das empresas de telecomunicações, iniciada na segunda metade da década de 90, atraiu empresas mundiais de telecomunicação que já atuavam em diversos países, como a TIM e a Telefônica, entre outras.

O Brasil é considerado um dos mercados com maior potencial para *offshore* em TIC devido à mão-de-obra especializada e com baixo custo, aos incentivos fiscais e às leis que incentivam a inovação em TIC.

Os mercados de ciclo-padrão muitas vezes são grandes e orientados para economia de escala. As alianças, neste caso, serão provavelmente entre parceiros com recursos, capacidades e competências complementares (HITT, 2002). A internet tem um papel fundamental no processo de formação das alianças estratégicas, pois ajuda as empresas a conquistarem economia de escala pela cooperação, essencialmente através de melhorias nos processos.

Os mercados de ciclo rápido têm ciclos curtos de atuação, como é o caso dos mercados de tecnologia da informação, configurando necessidade de cooperação devido à rápida mudança na fabricação e distribuição de bens e serviços. (HITT, 2002).

2.2 Os Riscos da Atividade Empreendedora

Seguindo uma abordagem singular dos objetivos organizacionais, as empresas perseguem a maximização do lucro com ênfase no curto prazo e no atendimento ao interesse dos acionistas. Chatterjee (2006) afirma que o lucro é o resultado de uma empresa em assumir riscos, evitando, ao mesmo tempo, seus efeitos adversos. Existem duas maneiras de se assumir riscos: através da clareza e através da escolha. Clareza é identificar onde existe a possibilidade de risco; escolha é identificar mais opções que os concorrentes para evitar os riscos possíveis.

As empresas podem usar o risco como uma vantagem competitiva. Se a sua empresa assume riscos dos quais as outras fogem, você estará operando em um monopólio e, portanto, obterá lucros extraordinários (CHATTERJEE, 2006).

Chatterjee (2006) aponta três fontes de risco de negócio: risco de demanda, risco competitivo e risco de competência. O risco de demanda ocorre quando os produtos e/ou serviços que a empresa está tentando vender não são aceitos pelo mercado ou quando sua demanda é maior que o esperado. O risco competitivo ocorre quando os concorrentes

capturam o mercado através da imitação dos seus produtos, serviços e/ou processos. O risco de competência é o de a empresa não estar apta a fornecer aos clientes um produto/serviço pelo qual eles estejam dispostos a pagar, ou de as competências custarem tanto que seja impossível obter um lucro satisfatório.

Na administração de empreendimentos de TIC, dada a alta complexidade intrínseca ao negócio, é necessário um gerenciamento permanente do risco. Para identificar e minimizar os riscos associados à atividade empreendedora, Chatterjee (2006) apresenta um processo dividido em três etapas. A primeira etapa consiste em ampliar os objetivos competitivos para que os principais resultados esperados pelos clientes sejam produzidos, evitando-se assim o risco de demanda, como observado a seguir através do exemplo (FIGURA 1) das empresas que têm como objetivo central desenvolver produtos/serviços voltados para a área de TIC.

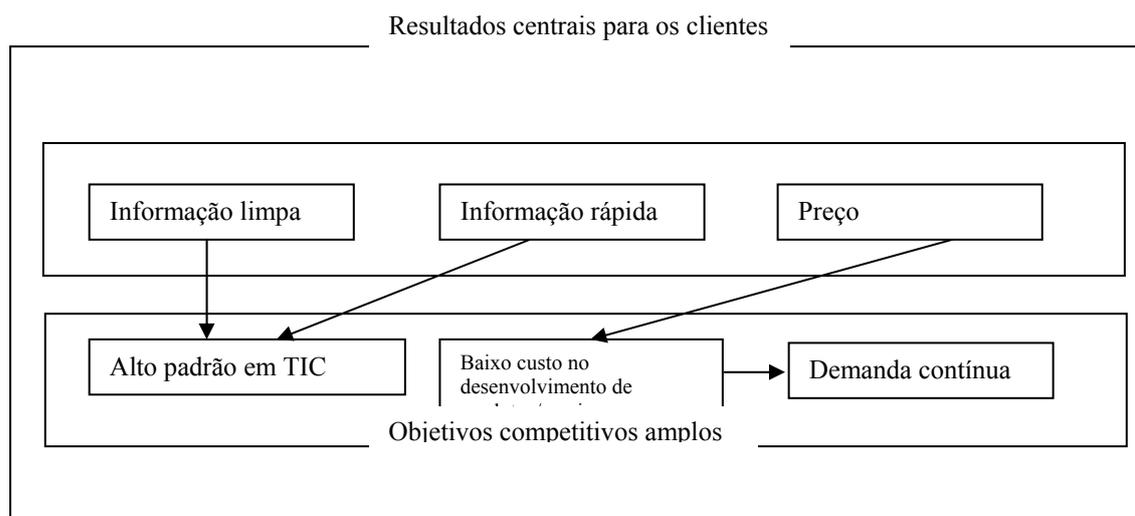


FIGURA 1 – Como identificar os objetivos específicos amplos no setor de TIC

Fonte: Adaptado de Chatterjee, 2006, p.47

Na segunda etapa devem ser identificados os principais objetivos competitivos (FIGURA 2), para, num momento seguinte, identificarem-se os objetivos competitivos centrais, através da parametrização exata do modelo, ou os resultados de suas conseqüências. Esses objetivos, por serem centrais aos negócios, devem ser controlados e medidos com exatidão.

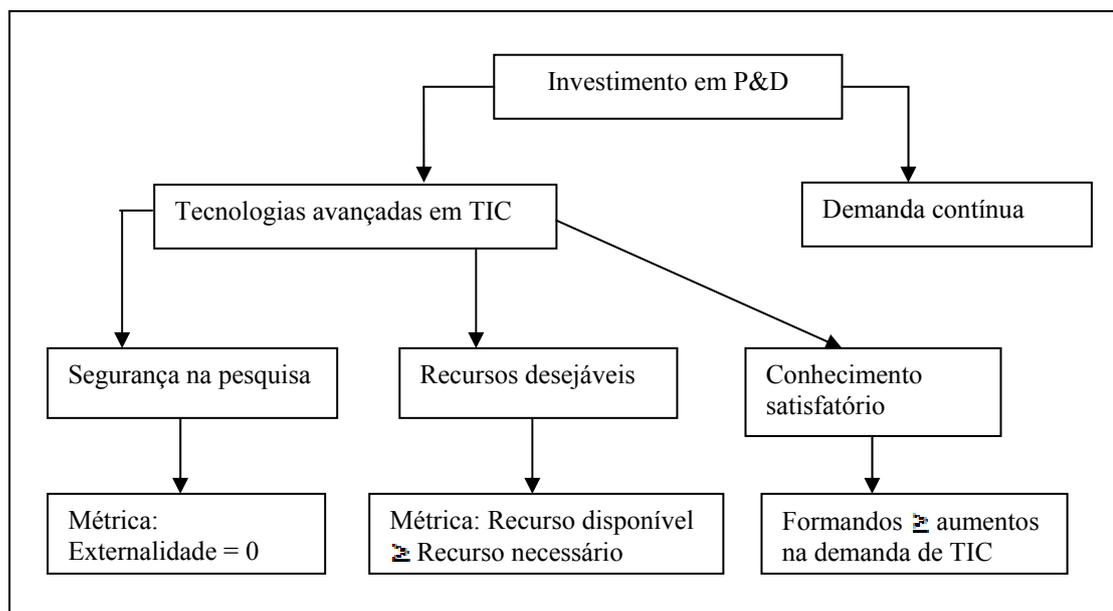


FIGURA 2 – Identificando objetivos centrais e mensuráveis no setor de TIC

Fonte: Adaptado de Chatterjee, 2006, p.49

Para que o resultado desejado pelos clientes (informação limpa) seja alcançado, é necessário que as empresas de TIC desenvolvam tecnologias que os concorrentes ainda não foram capazes de desenvolver ou às quais ainda não tiveram acesso.

Alguns riscos estão envolvidos nesse processo. O primeiro deles é o transbordamento da informação, seja por engenharia reversa ou pela presença de *free riders*. O segundo é a garantia dos recursos necessários para se desenvolver a pesquisa (Lei de Informática, FINEP, bancos, recursos próprios). O terceiro risco refere-se à suficiência da formação dos profissionais de TIC em atender a necessidade do mercado em determinadas tecnologias.

Na terceira etapa do processo identificam-se os riscos de competência a partir dos objetivos centrais já identificados. Chatterjee (2006) aponta dois passos para redução do risco do negócio. O primeiro passo é ter completa clareza das atividades e dos recursos que formam as competências.

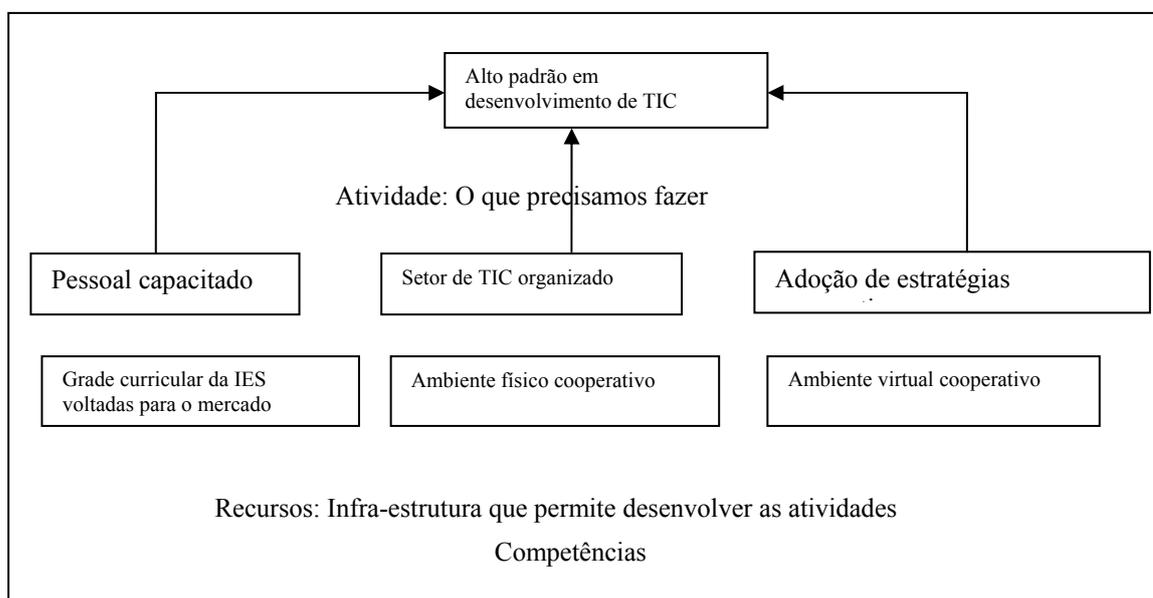


FIGURA 3 – Identificando competências no setor de TIC

Fonte: Adaptado de Chatterjee, 2006, p.52

Aplicando o modelo sugerido por Chatterjee (2006), os gestores das empresas de TIC, tendo de forma explícita os objetivos do setor, podem focar os esforços e conseguir gerenciar os riscos com maior eficiência.

Segundo Chatterjee (2006), a habilidade de utilizar tecnologias em modelos complexos de negócios e a excelência em gerenciar os riscos inerentes aos novos modelos é que irão determinar a vantagem competitiva.

O risco competitivo ocorre quando os concorrentes capturam o mercado através da imitação do seu produto, serviço e ou processo, ou seja, as externalidades geradas pela sua pesquisa resultaram em um nível de competição que pode trazer vulnerabilidade para a sua empresa.

O risco do capital investido em P&D faz com que inovar pareça inconveniente. Diversas abordagens de gestão do risco contribuem com o gerenciamento da variabilidade do investimento em P&D do setor de TIC.

Na década de 80, laboratórios farmacêuticos utilizavam, além dos conceitos tradicionais, como fluxos de caixa descontado e valor presente líquido (VPL), simulações como as de Monte Carlo e Teoria dos Jogos. De acordo com Chatterjee (2006, p. 175), a simulação permite a modelação e a avaliação de projetos com base em mudanças simultâneas em diversas variáveis.

Para Prahalad (2004) a colaboração entre empresas é um fator de distribuição do risco, pois o acesso ao conhecimento de outras empresas a custo baixo (ou nenhum) facilita a multiplicidade de experimentos.

2.3 Alianças Complementares

As alianças estratégicas complementares são projetadas para tirar proveito de oportunidades de mercado, combinando os ativos da firma sócia de uma forma complementar para criar novo valor. (HITT, 2005, P. 369). As alianças estratégicas complementares podem ser verticais ou horizontais, como apresentado na FIGURA 04, a seguir.

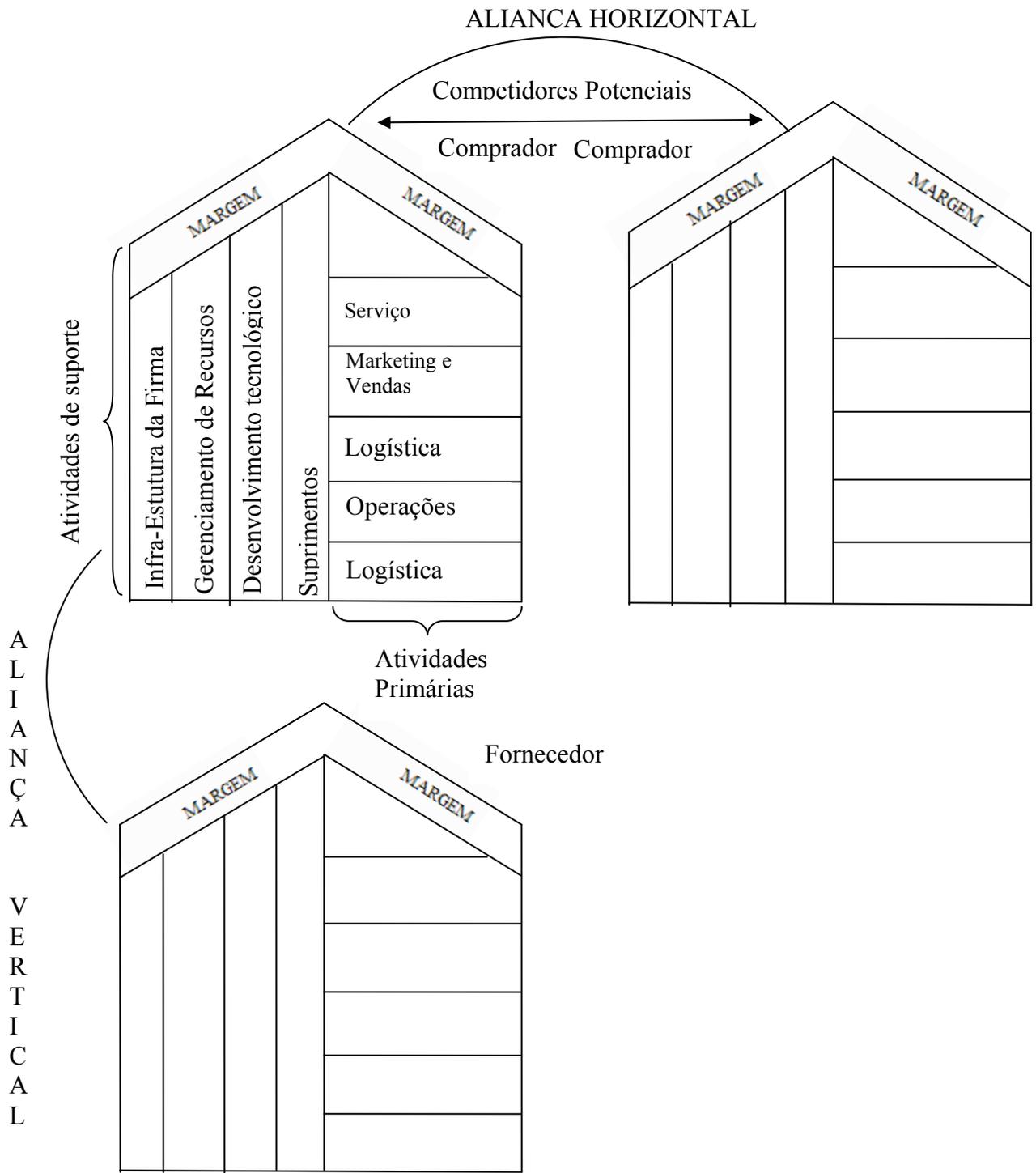


FIGURA 04: Alianças estratégicas verticais e horizontais
Fonte: Hitt (2005, p. 370).

As alianças estratégicas complementares verticais são formadas entre firmas que concordam em usar suas habilidades e capacidades em diferentes cadeias para criar valor (HITT, 2005, p. 369). Algumas empresas de TI utilizam esse tipo de aliança com

fornecedores de equipamentos de informática para desenvolver novas tecnologias, gerenciar custos e criar vantagens competitivas.

As alianças estratégicas complementares horizontais são formadas entre parceiros que concordam em combinar seus recursos e suas habilidades para criar valor na mesma etapa da cadeia produtiva. Comumente, firmas com esse tipo de aliança concentram-se no desenvolvimento tecnológico de longo prazo para produtos e serviços. Firmas competidoras às vezes formam alianças complementares horizontais para comercializar conjuntamente seus bens e serviços (HITT, 2005, p. 373).

2.4 As Estratégias Cooperativas na Obtenção de Vantagem Competitiva

As firmas utilizam estratégias cooperativas para desenvolver vantagens competitivas e reduzir riscos. Entretanto, decisões estratégicas de nível corporativo, como as estratégias cooperativas e de diversificação, podem ser influenciadas por motivos administrativos, bem como pelo próprio desejo de se obter competitividade estratégica e ganhar retorno acima da média (HITT, 2005).

Mecanismos fortes de governo, como leis que garantam a propriedade intelectual, são necessários para proteger os pesquisadores de comportamentos administrativos oportunistas. Alianças estratégicas podem ser utilizadas para propósitos inconsistentes com os melhores interesses dos acionistas e que não contribuem para maior competitividade estratégica (HITT, 2005).

Outro risco das estratégias cooperativas de nível corporativo é que elas podem basear-se num intrincado conjunto de relações entre os membros da equipe administrativa de alto nível da firma e suas contrapartes de outras companhias (HITT, 2005, p. 381).

2.5 Intenção Estratégica dos Sócios

No contexto das estratégias cooperativas, o intento estratégico denota os objetivos mais críticos e importantes que uma empresa quer atingir através de acordos de colaboração

(HITT, 2005, p. 384). Algumas empresas podem se utilizar da aliança para fins específicos, como aprender a utilizar uma tecnologia que pertence ao sócio. Dessa forma, é importante avaliar o intento estratégico de sócios potenciais quando se avaliam possibilidades de alianças.

Se uma aliança complementar horizontal for o tipo através do qual é obtido o conhecimento a respeito de uma tecnologia inovadora, a firma que aprendeu poderá tornar-se uma concorrente potencial da sócia de quem obteve os *insights* necessários para utilizar de maneira bem sucedida essa tecnologia (HITT, 2005). Assim, a probabilidade de sucesso da aliança é maior quando as firmas entendem qual a intenção estratégica da outra enquanto sócia na aliança (HITT, 2005, p. 384).

Segundo Hitt (2005, p. 384), a escolha de um sócio apropriado exige que a firma tenha um grande conhecimento sobre a outra companhia, inclusive sobre o intento que impulsiona o interesse para aliar-se com a empresa local.

Um dos objetivos dos sócios em alianças é aprender com seu aliado, pois as alianças não são relações entre empresas, mas entre pessoas. Diversas fontes de informações podem ser valiosas para firmas que tentam entender melhor o intento de um parceiro potencial, os métodos como opera, seu histórico como parceiro em outras eventuais alianças e seu grau de confiabilidade. Informações sobre como os parceiros atuam em uma aliança, as estratégias utilizadas e seus futuros objetivos competitivos são obtidos através de estudos históricos e através de interações com os pares para interpretá-los de maneira competitivamente relevante. Em um estudo realizado por Hitt, Dacin, Levitas, Arregle e Borza, chegou-se à conclusão de que parceiros em alianças são selecionados amplamente para que a firma local possa ganhar acesso aos recursos da aliada e aprender através da participação na aliança (HITT, 2005).

2.6 A Batalha dos Videocassetes

Um dos exemplos mais significativos de estratégias cooperativas ocorreu no início da década de 70 entre duas empresas que brigavam por um mercado que parecia promissor, o de gravadoras de vídeo. A *Japan Victor Corporation* (JVC) era uma empresa japonesa de

médio porte dirigida por um visionário, chamado Takano, enquanto a Sony, também de origem japonesa, possuía uma marca já consolidada, inclusive no mercado norteamericano.

Empresas como Sony e Matsuchita haviam cooperado na P&D dos videocassetes durante um tempo, mas pararam de cooperar e esconderam suas pesquisas, após vislumbrar o promissor mercado desses aparelhos.

Enquanto a Sony desenvolvia um sistema chamado *betamax*, que tinha como principais características o menor tamanho da fita e a curta duração (1 hora), a JVC trabalhava em um sistema chamado *Video Home System* (VHS), que tinha maior duração (2 horas) e maior tamanho.

Takano, dirigente da JVC, acreditava ser interessante um padrão único de videocassete, que pudesse ser utilizado por qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo, ao invés de competir acirradamente, mas para isso era necessário que o produto fosse aceito pelos concorrentes e pelo mercado.

Em 1975, a Sony saiu à frente na batalha, produzindo em grande escala videocassetes com o sistema *betamax* e investindo uma grande quantidade de recursos em máquinas e equipamentos para acomodar esse sistema, dessa forma engessando sua produção.

Adotando uma estratégia diferente, a JVC conseguiu montar uma coalizão, principalmente com empresas européias, utilizando políticas mais flexíveis, uma vez que seus parceiros poderiam, inclusive, fazer alterações que atendessem a suas necessidades.

Através de estratégias verticais de cooperação, os contratos da JVC com alguns de seus concorrentes incluíam cláusulas que proporcionavam a instalação das fábricas para operarem na linha de produção dos videocassetes.

Em 1977, os videocassetes com a tecnologia VHS chegaram ao mercado norteamericano sob a marca JVC e no ano seguinte a *Radio Corporation of America* (RCA), maior produtora de televisões norteamericana, iniciou a comercialização dos equipamentos com o padrão JVC produzido pela Matsuchita.

No final da década de 70, algumas empresas melhor posicionadas no mercado, como a RCA, abandonaram seus protótipos por acreditar não serem capazes de acompanhar os principais fabricantes de videocassetes, Sony e JVC.

Na década de 80, o que se viu foi a ascensão do sistema VHS e a queda do padrão betamax, como apresentado no GRÁFICO 01, a seguir.

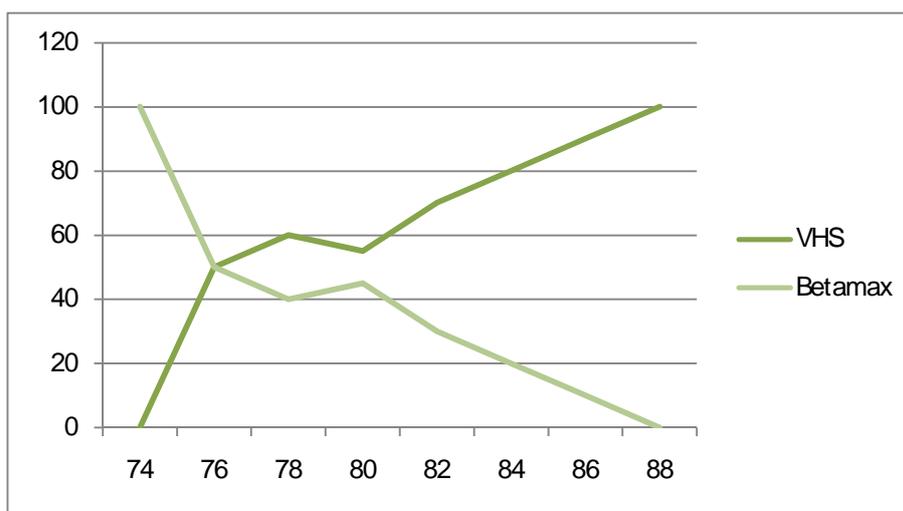


GRÁFICO 01 – Evolução de vendas VHS x Betamax.

Fonte: Prahalad e Hamel (1995).

Em 1989, a Sony resolveu comprar a patente da VHS e passou a produzir seus próprios aparelhos de videocassete (VHS). A batalha de 30 anos terminara.

Segundo Prahalad (1995), a batalha pelo padrão de tecnologia de videocassetes deixou lições, principalmente em relação à concorrência, que se desenvolve em duas fases. Na primeira fase concorre-se por características, por conquista de competências e pela experimentação a baixo custo. Na segunda fase trata-se de criar um padrão mundialmente aceitável, o que consiste em conseguir a colaboração de um grande número de concorrentes potenciais, ou seja, colabora-se e concorre-se simultaneamente.

2.7 O Dilema Competir e/ou Cooperar

No meio empresarial, certas situações carentes de normalizações podem ser de difícil solução, caso haja interesses contrários envolvidos. Conforme explicado por Srour (2005), uma competente reflexão ética estabelece distinções entre racionalização e dilema. A racionalização ocorre quando o agente sabe o que é certo fazer, mas deixa de fazê-lo mediante justificativa *ad hoc*, enquanto os dilemas são situações em que o agente não sabe o que é certo fazer e patina na incerteza moral.

A força de cooperação necessita de boa vontade, interesses coletivos e benefícios comuns, enquanto a força de competição determina um comportamento oportunista e benefícios privados. Em ambas, duas forças diferentes, filosofia e espírito, podem ser vistas como um paradoxo (DAS, 2000). Deve-se, portanto gerir para buscar o equilíbrio entre os processos de competição e cooperação.

Nalebuff (1996) contribui para o entendimento sobre o dilema competição *versus* cooperação quando sugere que o negócio se define como cooperação quando o objetivo é criar um bolo, e como concorrência, quando chega a hora de dividi-lo. É possível competir sem ter que “matar” a oposição. Se a sua luta for de morte, destruirá o bolo, não restará nada a ser capturado – ambos os lados saem perdendo.

Se em uma aliança estratégica a cooperação não for satisfatória para os gestores, existe uma grande possibilidade de ser desfeita a parceria e as empresas passarem a trabalhar isoladamente. Por outro lado, uma cooperação excessiva pode aparentar negligência por parte dos gestores, podendo representar benefícios para uns e perda para outros.

Cooperação e competição constituem-se, em geral, em forças conflitantes nas relações de negócios. A competição é, via de regra, indireta, impessoal e baseada na escassez, enquanto o conflito é direto e altamente pessoal. No conflito o oponente tenta controlar o alcance dos objetivos e metas na sua totalidade, enquanto na cooperação há o esforço conjunto das partes para o alcance de metas e objetivos. Estratégias de cooperação unem empresas com potencial competitivo que podem levar à degeneração da relação, quando esta passa a tender ao conflito. Este é prejudicial à cooperação e existe principalmente em virtude dos objetivos e metas entre competidores. A cooperação não se resume aos concorrentes.

Nalebuff (1996) acrescenta que é preciso ouvir os fregueses, trabalhar de comum acordo com os fornecedores, criar equipes, estabelecer sociedades estratégicas, inclusive com concorrentes.

Um dos grandes desafios das MPE de TI são os altos custos de produção e a concorrência das grandes empresas. Neste contexto a cooperação tecnológica tem aparecido como um redutor para essas dificuldades de adequação tecnológica. A cooperação oferece, ao mesmo tempo, a possibilidade de as MPE disporem da tecnologia necessária aumentando a eficiência econômica e, por conseqüência, a competitividade (ZAWISLAK, 1997, p. 254).

O objetivo da cooperação entre firmas é ganhar vantagem competitiva. Um atributo essencial das alianças estratégicas é que elas permitem que os recursos das empresas envolvidas sejam alavancados (HITT, 2005). Assim, uma cooperação é bem sucedida quando as empresas encontram maneiras de combinar seus recursos e capacidades únicas para criar *core competences* que os competidores consideram difíceis de entender e imitar (HITT, 2005, p. 361).

No atual cenário, competitivo e sujeito a mudanças, as empresas cada vez mais utilizam estratégias cooperativas como meio para competir (HITT, 2005). As formas de cooperação são variadas, podendo as alianças surgir através de uma *joint venture*, para desenvolvimento de um produto de alta tecnologia, ou de um consórcio para criação de um aplicativo (HITT, 2005).

As cooperações ocorrem, inclusive, entre empresas tradicionalmente competidoras, tornando difícil distinguir, em alguns mercados, quem são os concorrentes e os aliados, fazendo transparecer que cooperar e/ou competir é apenas um aspecto situacional. Hitt (2005) cita como exemplo uma aliança formada entre a Dell e a IBM, onde a IBM forneceu peças de computador para a Dell em troca da diminuição do pagamento de *royalties* pela licença de tecnologias.

Ghemawat (2000) sugere a Teoria dos Jogos como a maneira óbvia de analisar dinâmicas competitivas e cooperativas entre poucos participantes. A teoria dos jogos parece ser o método ideal para analisar interações entre empresas. Através da teoria dos jogos se consegue um detalhamento das organizações para antecipar suas prováveis reações, de modo

a desenvolver estratégias preventivas que evitem situações ameaçadoras (GHEMAWAT, 2000).

3. Teoria dos Jogos

Para Gibbons (1992), game theory is the study of multiperson decision problems. The game theory is widely appreciated, for example, oligopolies present multiperson problems – each firm must consider what the others will do.

3.1 Aspectos Históricos sobre a Teoria dos Jogos

O primeiro registro sobre teoria dos jogos remonta ao século XVIII: através de uma correspondência dirigida a Nicolas Bernoulli, James Waldegrave analisa um jogo de cartas chamado *Le Her* e fornece uma solução que é um equilíbrio de estratégia mista (SARTINI *et al*, 2004).

Em 1838 o matemático, filósofo e economista francês Antoine Auguste Cournot (1801 – 1877) publicou uma análise do comportamento de duas empresas, conhecida como o Modelo de Cournot.

Em 1913, Ernst Zermelo publicou o primeiro teorema matemático da teoria dos jogos. Este teorema, aplicado a um jogo de xadrez, mostra que em cada um dos estágios do jogo pelo menos um dos dois jogadores tem uma estratégia em mão que o conduzirá à vitória ou ao empate (SARTINI *et al*, 2004).

O matemático Emile Borel também contribuiu para o assunto através da publicação de quatro artigos sobre jogos estratégicos em economia e nas guerras e ao reinventar as soluções *minimax*.

Em 1928, o matemático John Von Neumann publicou um artigo demonstrando que todo jogo finito de soma zero com duas pessoas possui solução em estratégias mistas (SARTINI *et al*, 2004). Em 1944, o mesmo matemático, considerado o co-inventor do computador moderno, publicou o livro “Theory of Games and Economic Behavior”, escrito em parceria com o economista Oskar Morgenstein. O livro é considerado o trabalho que

estabeleceu a Teoria dos Jogos como campo de estudo. A teoria proposta funciona como uma ferramenta para entender o processo de tomada de decisões e contribui, entre outras áreas, com a administrativa, tendo lançado uma nova luz a velhos problemas e a dinâmicas que, na época, nem sequer sabia-se existirem.

O matemático John Forbes Nash Júnior contribuiu de maneira fundamental para a teoria dos jogos ao desenvolver o chamado equilíbrio de Nash, mostrando que nem todos os jogos são de soma zero, ou seja, o ganho de um jogador representa a perda do outro. Para Nash, existem situações em que todas as estratégias adotadas por todos os jogadores são as melhores respostas possíveis, portanto, nenhum dos jogadores se sentem motivados para mudar.

Em 1950, John Nash publicou quatro artigos importantes para a teoria dos jogos não-cooperativos e para a teoria de barganha. Nos artigos *Equilibrium Points in n-Person Games* e *Non-cooperative Games*, Nash provou a existência de um equilíbrio de estratégias mistas para jogos não-cooperativos, denominado equilíbrio de Nash, e sugeriu uma abordagem de estudo de jogos cooperativos a partir de sua redução para a forma não-cooperativa. Nos artigos *The Bargain Problem* e *Two-Person Cooperative Games*, ele criou a teoria da barganha e provou a existência de solução para a barganha de Nash.

Em 1994, John Nash (Universidade de Princeton), John Harsanyi (Universidade de Berkeley – Califórnia) e Reinhard Selten (Universidade de Bonn – Alemanha) ganharam o Prêmio Nobel de Economia por seus trabalhos na área da Teoria dos Jogos. A idéia se desenvolveu em uma teoria matemática sobre estratégias, que ajudaria a explicar quando decisões de cooperação com rivais se mostram uma alternativa mais vantajosa.

Em 2005, Schelling e Aumann repetiram o feito de Nash e também conquistaram o Nobel de Economia em seus trabalhos na área da Teoria dos Jogos. Schelling, de 84 anos, que é professor emérito de economia política da Universidade de Harvard e também leciona na Universidade de Maryland, ganhou projeção pelo uso da teoria dos jogos para explicar tomadas de decisões em conflitos internacionais, como em uma eventual guerra nuclear. Aumann, em seu estudo, teoriza que a cooperação é menos provável quando há vários participantes em um jogo, quando as interações não são freqüentes, quando o prazo é curto ou quando as ações dos outros participantes não podem ser observadas com clareza.

3.2 Jogos como Análise Estratégica

Fiani (2004) descreve, a seguir, alguns elementos que devem ser mais bem analisados para a melhor compreensão do conceito de um jogo.

- Um jogo é um modelo formal. Isto significa que a teoria dos jogos envolve técnicas de descrição e análise, ou, em outras palavras, existem regras preestabelecidas para apresentar e estudar um jogo. Portanto, o estudo dessas técnicas é um elemento fundamental para a compreensão da teoria.

- Interações. Significa que as ações de cada ator, consideradas individualmente, afetam os demais e são afetadas pelas suas ações, ou seja, existe uma ação recíproca entre os participantes do jogo.

- Atores. Um ator é qualquer indivíduo, ou grupo de indivíduos, envolvido no processo de interação estratégica, com capacidade de decisão para afetar os demais: um indivíduo sozinho pode ser um ator, como no caso em que um gestor de uma empresa decide se vai ou não cooperar com o gestor de uma concorrente; um grupo de indivíduos pode ser um ator, como no caso de gestores de uma associação que decidem lançar ou não um novo produto no mercado. Seja num caso ou no outro, um ator é denominado, na teoria dos jogos, um jogador.

- Racionalidade. Assumir que os agentes são racionais significa supor que os indivíduos empregam os meios mais adequados aos objetivos que almejam, sejam quais forem esses objetivos.

Diz-se que é substancialmente racional todo ato intrinsecamente racional e inteligente, que se baseia num conhecimento lúcido e autônomo de relações entre fatos. É um ato que atesta a transcendência do ser humano, sua qualidade de criatura dotada de razão. (Guerreiro Ramos, 1966, p. 52)

- Comportamento estratégico. Entende-se que cada jogador, ao tomar sua própria decisão, leva em consideração o fato de que os jogadores interagem entre si e que, portanto, sua decisão terá conseqüências sobre os demais jogadores, assim como as decisões dos outros jogadores terão conseqüências sobre ele. Obviamente, isso envolve raciocínios complexos, em que a decisão de um dos jogadores depende do que ele acha que os demais farão em resposta

às suas ações, o que, por sua vez, depende do que os demais jogadores acham que ele fará, e assim por diante.

Em termos matemáticos, a teoria dos jogos tem os seguintes elementos básicos:

- Um conjunto finito de jogadores representados por $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$;
- Um conjunto finito de estratégias puras $S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im_i}\}$ do jogador g_i ;
- Uma função utilidade $u_i: S \rightarrow R$

$$s \rightarrow u_i(s)$$

3.3 Estratégia Dominante

Uma estratégia pura $s_{ik} \in S_i$ do jogador $g_i \in G$ é estritamente dominada pela estratégia $s_{ik'} \in S_i$ se $u_i(s_{ik'}, s_{-i}) > u_i(s_{ik}, s_{-i})$, para todo $s_{-i} \in S_{-i}$. Uma estratégia pura $s_{ik} \in S_i$ do jogador $g_i \in G$ é fracamente dominada pela estratégia $s_{ik'} \in S_i$, se $u_i(s_{ik'}, s_{-i}) \geq u_i(s_{ik}, s_{-i})$, para todo $s_{-i} \in S_{-i}$. Considere o jogo determinado pela matriz de *payoff*, a seguir, onde se utiliza a técnica da dominância estrita iterada, que é o processo de eliminação das estratégias estritamente dominadas.

		g_2			
		s_{21}	s_{22}	s_{23}	s_{24}
g_1	s_{11}	(5,2)	(2,6)	(1,4)	(0,4)
	s_{12}	(0,0)	(3,2)	(2,1)	(1,1)
	s_{13}	(7,0)	(2,2)	(1,1)	(5,1)
	s_{14}	(9,5)	(1,3)	(0,2)	(4,8)

Neste jogo verifica-se que, para o jogador g_2 , a estratégia s_{21} é estritamente dominada pela estratégia s_{24} . Assim, a primeira coluna da matriz pode ser eliminada.

		θ_2			
		s_{21}	s_{22}	s_{23}	s_{24}
θ_1	s_{11}	(5,2)	(2,6)	(1,4)	(0,4)
	s_{12}	(0,0)	(3,2)	(2,1)	(1,1)
	s_{13}	(7,0)	(2,2)	(1,1)	(5,1)
	s_{14}	(9,5)	(1,3)	(0,2)	(4,8)

A matriz, agora 4 x 4, apresenta-se da seguinte forma:

		θ_2		
		s_{22}	s_{23}	s_{24}
θ_1	s_{11}	(2,6)	(1,4)	(0,4)
	s_{12}	(3,2)	(2,1)	(1,1)
	s_{13}	(2,2)	(1,1)	(5,1)
	s_{14}	(1,3)	(0,2)	(4,8)

Agora, nesta matriz reduzida, para o jogador θ_1 , as estratégias s_{11} e s_{14} são estritamente dominadas pela estratégia s_{12} e s_{13} , respectivamente. Portanto, as linhas 1 e 4 podem ser eliminadas. Além disso, para o jogador θ_2 , a estratégia s_{23} é estritamente dominada pela estratégia s_{22} , como apresentado a seguir:

		θ_2		
		s_{22}	s_{24}	s_{21}
θ_1	s_{11}	(2,6)	(1,4)	(0,4)
	s_{12}	(3,2)	(2,1)	(1,1)
	s_{13}	(2,2)	(1,1)	(5,1)
	s_{14}	(1,3)	(0,2)	(4,8)

A matriz, agora 2 x 2, apresenta-se da seguinte forma:

		\mathcal{G}_2	
		s_{22}	s_{24}
\mathcal{G}_1	s_{12}	(3,2)	(1,1)
	s_{13}	(2,2)	(5,1)

Finalmente, verifica-se que, para o jogador \mathcal{G}_2 , a estratégia s_{24} é estritamente dominada pela estratégia s_{22} , enquanto a estratégia s_{13} é estritamente dominada pela estratégia s_{12} , para o jogador \mathcal{G}_1 , como demonstrado em seguida pela matriz.

		\mathcal{G}_2	
		s_{22}	s_{24}
\mathcal{G}_1	s_{12}	(3,2)	(1,1)
	s_{13}	(2,2)	(5,1)

O resultado do jogo é (3,2), ou seja, o jogador \mathcal{G}_1 adota a estratégia s_{12} e o jogador \mathcal{G}_2 escolhe a estratégia s_{22} .

Fiani (2004) apresenta um exemplo de duas empresas de TIC, a SysOp e a AntiVirus. Este jogo representa uma situação de iteração estratégica, em que um fabricante de sistemas operacionais (SysOp) tem de decidir se desenvolve ou não uma nova ferramenta em seu sistema operacional, e uma empresa que produz *software* antivírus (AntiVirus) tem que decidir se atualiza ou não seu *software* para a nova ferramenta a ser introduzida no sistema operacional. Embora as empresas não mantenham contato para coordenar suas decisões, ambas têm interesse em uma solução conjunta: decisões divergentes (se a SysOp desenvolve a nova ferramenta e a AntiVirus não atualiza seu programa, ou se a SysOp não desenvolve a nova ferramenta enquanto a AntiVirus atualiza seu programa) trazem prejuízo para ambas, como mostrado na matriz a seguir:

		<i>AntiVirus</i>	
		<i>Atualizar</i>	<i>Não atualizar</i>
<i>SysOp</i>	<i>Desenvolver</i>	(2,1)	(-1,-2)
	<i>Não desenvolver</i>	(0,-1)	(1,2)

Examinando o jogo, verifica-se que não existem estratégias dominantes. O método, embora simples e poderoso, apresenta uma grave limitação: nem todos os jogos apresentam estratégias dominantes e dominadas. É necessário um método que englobe um número de situações possíveis maior do que o método de eliminação iterativa de estratégias. Apresenta-se, então, o método do Equilíbrio de Nash.

3.4 Equilíbrio de Nash

O Equilíbrio de Nash ocorre quando, entre todas as estratégias disponíveis para os jogadores, é escolhida a melhor opção possível dada a resposta de todos os outros jogadores. Diz-se que uma combinação de estratégias constitui um equilíbrio de Nash quando cada estratégia é a melhor resposta possível às estratégias dos demais jogadores, sendo isso verdade para todos os jogadores (FIANI, 2004, p.61). Sartini (2004, p.11) define equilíbrio de Nash ou solução estratégica de um jogo como um ponto onde cada jogador não tem incentivo de mudar sua estratégia se os demais jogadores não o fizerem.

Diz-se que um perfil de estratégia: $s^* = (s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \in S$ é um equilíbrio de Nash se $u_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq u_i(s_{i,j}, s_{-i}^*)$ para todo $i = 1, \dots, n$ e para todo $j_i = 1, \dots, m_i$, com $m_i \geq 2$.

Retomando o exemplo das empresas de TIC, SysOp e AntiVirus, no qual se verifica não ser possível encontrar solução utilizando o processo de eliminação das estratégias estritamente dominadas, aplica-se, então, o método de equilíbrio de Nash, por ser um método mais geral de solução de um jogo.

		<i>AntiVirus</i>	
<i>SysOp</i>		<i>Atualizar</i>	<i>Não atualizar</i>
<i>Desenvolver</i>		(2,1)	←↓(-1,-2)
<i>Não desenvolver</i>		(0,-1)↑→	(1,2)

Utilizando o método do equilíbrio de Nash, podemos facilmente verificar que existem dois equilíbrios. A melhor resposta para a AntiVirus, caso a SysOp resolva desenvolver seu *software*, é atualizar a sua ferramenta e a melhor resposta para a SysOp, caso a AntiVirus decida atualizar a sua ferramenta, é desenvolver o *software*. Então, {desenvolver} para a SysOp e {atualizar} para a AntiVirus é um equilíbrio. Verifica-se, ainda, que a melhor resposta para a AntiVirus, caso a SysOp resolva não desenvolver seu *software*, é atualizar a sua ferramenta e a melhor resposta para a SysOp, caso a AntiVirus decida não atualizar a sua ferramenta, é não desenvolver o *software*. Então, {não desenvolver} para a SysOp e {não atualizar} para a AntiVirus também é um equilíbrio de Nash.

Existem ainda algumas situações em que os jogadores, ao invés de utilizar uma estratégia, preferem combinar estratégias aleatoriamente, através da utilização de estratégias mistas.

3.5 Estratégias Mistas

Quando, em vez de escolher, entre suas estratégias, uma dada estratégia para jogá-la com certeza, um jogador decide alternar entre suas estratégias aleatoriamente, atribuindo a cada estratégia uma probabilidade de ser escolhida, diz-se que o jogador utiliza estratégias mistas (FIANI, 2004. p.75).

Uma estratégia mista p_i para o jogador $g_i \in G$ é uma distribuição de probabilidades sobre o conjunto S_i de estratégias puras do jogador, isto é, p_i é um elemento do conjunto:

$$\Delta = \{(x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{R}^{m_i} / x_1 \geq 0, \dots, x_{m_i} \geq 0 \text{ e } \sum_{k=1}^{m_i} x_k = 1\}.$$

Assim, se $p_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im_i})$, então,

$$p_{i1} \geq 0, p_{i2} \geq 0, \dots, p_{im_i} \text{ e } \sum_{k=1}^{m_i} p_{ik} = 1.$$

As figuras a seguir representam Δ_2 e Δ_3 . Note que cada Δ_{m_i} é um conjunto compacto e convexo. Os pontos extremos de Δ_{m_i} , $e_1 = (1, 0, \dots, 0, 0)$, $e_2 = (0, 1, \dots, 0, 0)$, ..., $e_{m_i} = (0, 0, \dots, 0, 1)$, dão, respectivamente, probabilidade 1 às estratégias puras $s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im_i}$. Desta maneira, considera-se a distribuição de probabilidade e_k como a estratégia mista que representa a estratégia pura s_{ik} do jogador g_i .

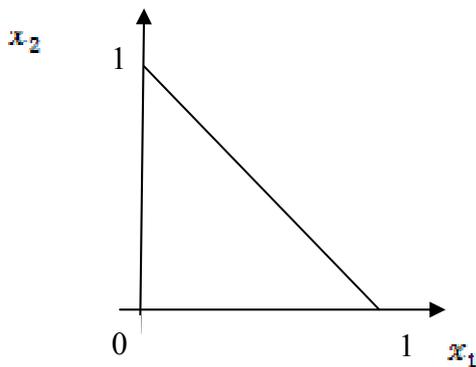


Gráfico 02: Distribuição de Probabilidade (Δ_2) em uma estratégia pura.

Fonte: SARTINI, 2004, p. 13.

O espaço de todos os perfis de estratégia mista é o produto cartesiano $\Delta = \Delta_{m_1} \times \Delta_{m_2} \times \dots \times \Delta_{m_n}$, denominado espaço de estratégia mista.

Cada perfil de estratégia mista $p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \in \Delta$ determina um *payoff* esperado, uma média dos *payoffs* ponderada pelas distribuições de probabilidade p_1, \dots, p_n .

Mais precisamente, se $p = (p_1, p_2, \dots, p_n) = (p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1m_1});$

$(p_{21}, p_{22}, \dots, p_{2m_2}); (p_{n1}, p_{n2}, \dots, p_{nm_n})$, então:

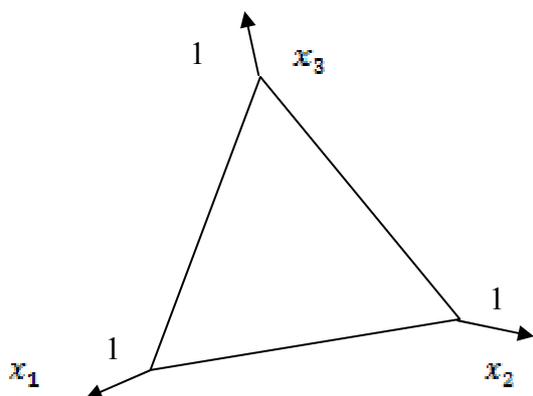


Gráfico 03: Distribuição de Probabilidade (Δ_2) em uma estratégia mista.
Fonte: SARTINI, 2004, p. 14.

$$\Delta_2 = \{(x_1, x_2, x_3) \in \mathbb{R}^3 / x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \text{ e } x_1 + x_2 + x_3 = 1\}$$

Fiani (2004) apresenta um exemplo de estratégias mistas através de uma disputa entre duas empresas de TIC que desenvolveram produtos homogêneos e têm de decidir se adotam ou evitam campanha publicitária agressiva para comercializar seus produtos. Temos, portanto, dois jogadores representados por $G = \{g_1, g_2\}$ e as estratégias de $S_1 = \{\text{adota campanha agressiva}, \text{não adota campanha agressiva}\}$ do jogador g_1 e de $S_2 = \{\text{adota campanha agressiva}, \text{não adota campanha agressiva}\}$ do jogador g_2 .

Para identificar quais combinações aleatórias de estratégias seriam mais convenientes para cada jogador, vamos empregar o conceito de recompensa esperada. Fiani (2004, p. 76) define recompensa esperada de cada jogador como sendo a soma das recompensas, obtidas por esse jogador, resultantes de cada combinação de estratégias adotadas por ele e pelos demais jogadores, na qual essas recompensas se encontram ponderadas pelas probabilidades de que cada uma das estratégias seja adotada pelos jogadores.

No exemplo das duas empresas de TIC o resultado esperado é o ganho de cada um dos dois jogadores, dadas as chances de que cada uma das estratégias seja efetivamente adotada. A probabilidade de a empresa g_1 adotar uma campanha comercial agressiva será de p e a probabilidade de não adotar será de $(1 - p)$. Da mesma forma, indica-se que g_2 pode adotar uma campanha publicitária agressiva com probabilidade q , e não adotar uma campanha

publicitária agressiva com probabilidade $(1 - q)$. A matriz de *payoff* das empresas g_1 e g_2 é apresentada a seguir:

		g_2	
		Adota campanha agressiva	Não adota campanha agressiva
g_1	Adota campanha agressiva	(-20,-20)	(10,-10)
	Não adota campanha agressiva	(-10,10)	(0,0)

As recompensas esperadas para g_1 e g_2 são dadas, respectivamente, por:

$$g_1 = (p)(q)(-20) + (1 - p)(q)(-10) + (p)(1 - q)(10) + (1 - p)(1 - q)(0) \quad e$$

$$g_2 = (q)(p)(-20) + (1 - q)(p)(-10) + (q)(1 - p)(10) + (1 - q)(1 - p)(0).$$

Simplificando a expressão de g_1 , obtém-se $g_1 = -20pq + 10q + 10p$ e colocando p em evidência, temos $g_1 = p(10 - 20q) + 10q$.

3.6 O Dilema dos Prisioneiros

O dilema dos prisioneiros é, provavelmente, o exemplo mais conhecido da teoria dos jogos. Foi desenvolvido por Albert W. Tucker em 1950 durante uma conferência para psicólogos e é uma forma extremamente simples de explicar o uso da teoria dos jogos para estratégias cooperativas. No decorrer dos anos, a versão original do dilema dos prisioneiros foi sendo lentamente modificada sem, contudo, alterar a situação de conflito.

De acordo com o Dicionário Aurélio, a palavra dilema representa uma situação embaraçosa com duas saídas difíceis ou penosas. O dilema dos prisioneiros, que não é um jogo de soma zero, ou seja, existe a possibilidade de ganhos múltiplos, é descrito da seguinte maneira: a polícia capturou dois indivíduos suspeitos de um crime (e de fato o cometeram juntos), mas não possui a prova necessária para condená-los, devendo libertar os dois prisioneiros, a menos que um deles providencie tal prova contra o outro. A polícia os tem em

celas separadas e faz a seguinte oferta: “cada um de vocês pode escolher entre confessar ou negar o crime. Se ambos confessarem, cada um terá uma pena de 5 anos. Se um confessar e o outro negar, nós libertaremos quem confessou e levaremos quem negou para o juiz, que lhe dará a pena máxima de 10 anos. Se vocês negarem, ambos irão presos e receberão a pena mínima, de 1 ano.”

Neste contexto, temos:

$$G = \{\text{Prisioneiro 1}, \text{Prisioneiro 2}\},$$

$$G_{\text{prisioneiro 1}} = \{\text{confessar}, \text{negar}\} \quad G_{\text{prisioneiro 2}} = \{\text{confessar}, \text{negar}\}$$

$$S = \left\{ \begin{array}{l} (\text{confessar}, \text{confessar}), (\text{confessar}, \text{negar}), \\ (\text{negar}, \text{confessar}), (\text{negar}, \text{negar}) \end{array} \right\}$$

A função utilidades $u_{p1} \rightarrow \mathbb{R}$ é dada por:

$$u_{p1}(\text{confessar}, \text{confessar}) = -5 \quad u_{p1}(\text{confessar}, \text{negar}) = 0$$

$$u_{p1}(\text{negar}, \text{confessar}) = -10 \quad u_{p1}(\text{negar}, \text{negar}) = -1$$

E a função utilidades $u_{p2} \rightarrow \mathbb{R}$ é dada por:

$$u_{p2}(\text{confessar}, \text{confessar}) = -5 \quad u_{p2}(\text{confessar}, \text{negar}) = 0$$

$$u_{p2}(\text{negar}, \text{confessar}) = -10 \quad u_{p2}(\text{negar}, \text{negar}) = -1$$

A matriz, a seguir, é chamada de matriz de *payoff* e apresenta os quatro resultados possíveis:

		Prisioneiro 2	
		Confessar	Negar
Prisioneiro 1	Confessar	(-5, -5)	(0, -10)
	Negar	(-10, 0)	(-1, -1)

O prisioneiro 1 pode ter a seguinte linha de raciocínio: “duas situações podem ocorrer: o prisioneiro 2 pode confessar ou negar. Se ele confessar, então é melhor para mim

confessar também; se ele negar e eu confessar, eu estarei livre.” Aparentemente a melhor opção é confessar. Como esta é a melhor opção para os dois prisioneiros, o equilíbrio de Nash, portanto, é “(confessar, confessar)”.

Um fator extremamente importante no dilema dos prisioneiros deriva do fato de eles não se comunicarem. Se eles pudessem se comunicar, provavelmente ambos negariam o crime. Pode-se perceber que a possibilidade de se estabelecerem compromissos garantidos é muito importante para a determinação do jogo.

Carraro (1997) classifica os jogos econômicos em cooperativos e não-cooperativos. Um jogo será cooperativo quando seus participantes puderem planejar estratégias conjuntas, formalizadas através de contratos. Quando não for possível o estabelecimento de contratos entre os participantes, o jogo será não-cooperativo.

Zawislak (1996) exemplifica um jogo cooperativo através da cooperação tecnológica entre duas empresas que, através do cumprimento de um contrato e da divisão dos ganhos decorrentes, beneficiam-se de tal investimento.

Caso as Empresas 1 e 2 adotem jogos cooperativos, poderão negociar um investimento conjunto para o desenvolvimento de uma nova tecnologia, por exemplo, devido à falta de *know-how* suficiente para sozinhas obterem o sucesso desejado.

Por outro lado, caso não exista a possibilidade de formalização de um contrato, ter-se-á jogo não-cooperativo. Neste caso, as duas empresas concorrentes levarão em consideração as prováveis estratégias adotadas por sua concorrente (volume de investimento na atividade de P&D) de forma independente, visando obter maiores ganhos unilaterais no mercado.

O maior conhecimento relativo das informações econômicas por parte de uma firma pode levá-la a se comportar de um modo diferente das demais, com conhecimento homogêneo. Da mesma forma, o menor conhecimento também irá forçar um tipo de reação. Segundo McGuian (2004), os contratos incompletos resultam em um comportamento ineficiente pelas partes envolvidas, acarretando inevitavelmente o aumento do custo.

Numa analogia do dilema dos prisioneiros com a dinâmica do mundo empresarial, podem-se imaginar duas empresas lutando pelos mesmos ganhos. Neste jogo, o objetivo da empresa é decidir estrategicamente sua forma de entrar em um mercado.

Sendo assim, a empresa tem duas alternativas possíveis: cooperar tecnologicamente com seu adversário potencial ou não cooperar, o que significa competir no mercado através de investimentos tecnológicos independentes.

		Empresa 2	
		Cooperar	Não cooperar
Empresa 1	Cooperar	-5, -5	0, -10
	Não cooperar	-10, 0	-1,-1

Supõe-se que a melhor alternativa para as duas empresas (equilíbrio de Nash) seja cooperar, porém a traição, neste caso, passa a ser uma escolha racional. Então, o risco da traição torna-se um fator impeditivo para que as empresas dividam o mercado, fazendo com que a melhor opção seja adotar estratégias de não-cooperação.

As alianças estratégicas funcionam como uma forma de redução do risco da traição, através da formalização das estratégias colaborativas entre as empresas. Hitt (2005) acrescenta, ainda, que as alianças estratégicas têm mais chances de sucesso quando os agentes conhecem a intenção estratégica do outro ator.

3.7 Estudo das Estratégias Duopolistas

Neste estudo são analisados os modelos de Cournot, Stackelberg e Bertrand para produtos homogêneos. Para efeito do nosso estudo, produtos homogêneos são aqueles em que os consumidores não encontram diferenças na qualidade, sendo a variável preço a responsável pela definição da opção de consumir.

3.7.1 O Modelo de Cournot com duas empresas

O modelo de Cournot, em sua essência, é um modelo de duopólio onde as empresas consideram fixo o nível de produção da sua concorrente e decidem simultaneamente qual quantidade produzir (Pindyck, 2002). Neste modelo, aplicado em empresas que desenvolvem produtos homogêneos e disputam o mesmo mercado, focaliza-se o processo de administração de empresas orientadas pelo lucro. Assim, as empresas buscam a maximização do lucro, que neste jogo será a sua recompensa, embora os conceitos aqui apresentados sejam amplamente aplicáveis a outros tipos de empresas, como aquelas que têm uma visão pluralista em relação à consecução dos seus objetivos (Freeman, 1984).

A função lucro será definida, de maneira a simplificar o raciocínio, como a diferença entre a receita e os custos, ou seja, para encontrarmos a função de recompensa (lucro), temos primeiramente que definir a função de receita e a função de custos.

Para se encontrar a função de receita da empresa define-se primeiramente a função de demanda, representada de forma linear pela função a seguir:

$$P(q) = A - b(q_1 + q_2),$$

onde $P(q)$ é o preço de mercado como função da quantidade, q é a quantidade total produzida e vendida no mercado, A é o intercepto vertical, b é a inclinação da reta, q_1 é a quantidade total produzida e vendida pela empresa 1, q_2 é a quantidade produzida e vendida pela empresa 2, sendo $q = (q_1 + q_2)$.

A função de Receita, que é definida pelo produto do preço de mercado pela quantidade produzida, é dada, para cada uma das empresas, como sendo:

$$RT_1 = p(q)q_1 = Aq_1 - bq_1^2 - bq_1q_2$$

$$RT_2 = p(q)q_2 = Aq_2 - bq_2^2 - bq_1q_2$$

Para encontrarmos a função custo de cada empresa temos que encontrar o produto do custo unitário pela quantidade produzida. As funções são idênticas e dadas por:

$$C_1 = cq_1$$

$$C_2 = cq_2,$$

onde $C > 0$.

Escreve-se a função de recompensa da empresa 1 e empresa 2, subtraindo a função receita da função custo, ou seja, $\pi = RT - C$. A função de recompensa (π_1 e π_2) é dada, então, por:

$$\pi_1 = Aq_1 - bq_1^2 - bq_1q_2 - cq_1$$

$$\pi_2 = Aq_2 - bq_2^2 - bq_1q_2 - cq_2$$

Derivando-se as equações em função das quantidades produzidas pelas empresas e igualando a zero, para se obter a condição de maximização da função de recompensa, chegamos a:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = A - 2bq_1 - bq_2 - c = 0$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = A - 2bq_2 - bq_1 - c = 0$$

Colocando as equações $\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1}$ e $\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2}$ em função de q_1 e q_2 , respectivamente,

obtem-se:

$$q_1 = \frac{A - bq_2^2 - c}{2b} = \frac{A - 2bq_2 - c}{b}$$

$$q_2 = \frac{A - bq_1^2 - c}{2b} = \frac{A - 2bq_1 - c}{b}$$

Essas duas equações descrevem quanto cada uma das empresas produzirá para maximizar seus lucros, dado que a quantidade produzida pela sua concorrente é a esperada

(indicada pelo e). Desse modo, a equação nos dá as funções de reação das empresas 1 e 2. Substituindo q_1 por q_1^e e q_2 por q_2^e nas equações anteriores, obtém-se:

$$\frac{A - bq_2 - C}{2b} = \frac{A - 2bq_2 - C}{b}$$

$$A - bq_2 - C = 2A - 4bq_2 - 2C$$

$$-A + 3bq_2 + C = 0$$

$$3bq_2 = A - C$$

$$q_2 = \frac{A - C}{3b}$$

Como as funções de q_1 e q_2 são idênticas,

$$q_1 = \frac{A - C}{3b}$$

Pindyck (2002) afirma que a decisão da produção capaz de maximizar o lucro depende da percepção que a empresa tem de quanto seu concorrente produzirá. Caso a Empresa 1 acredite que a Empresa 2 nada irá produzir, a curva de demanda da Empresa 1 será igual à curva de demanda do mercado, representada por $D_1(0)$. Estamos presumindo que o custo marginal CM_{g_1} seja constante e que o nível de produção capaz de maximizar lucros para a Empresa 1 seja de 50 unidades, sendo este o ponto de interseção da receita marginal $RM_{g_1}(0)$ e CM_{g_1} , de acordo com o GRAF. 04, a seguir.

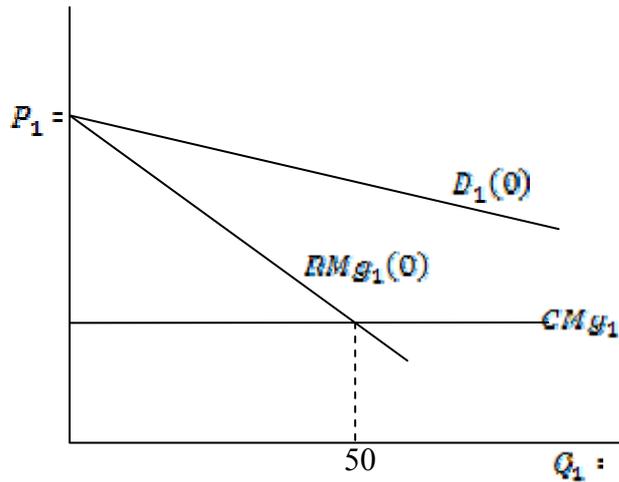


Gráfico 4: Decisão de Produção da Empresa 1
Fonte: Pindyck, 2002, p.430

Em um segundo momento, supondo que a Empresa 1 esteja estimando que a Empresa 2 produzirá 50 unidades, sua curva de demanda $D_1(50)$ sofrerá um deslocamento para a esquerda (GRAF. 5), e a maximização do lucro implicará uma produção de 25 unidades.

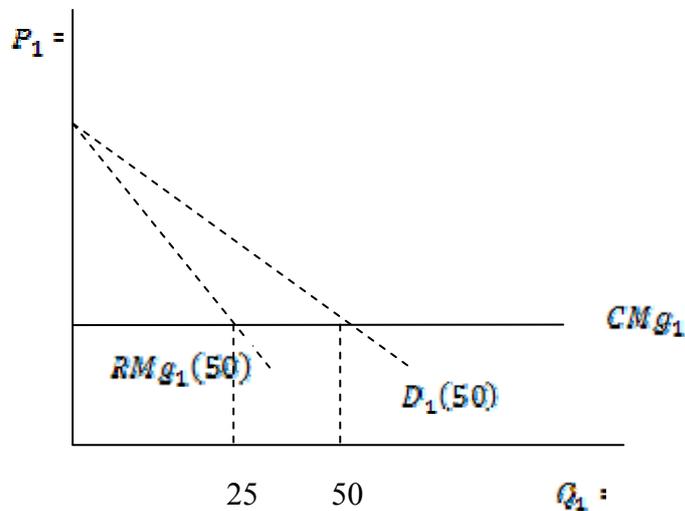


Gráfico 5: Decisão de Produção da Empresa 1
Fonte: Pindyck, 2002, p.430

Em um terceiro momento, supondo que a Empresa 1 estime que a Empresa 2 produzirá 75 unidades, sua curva de demanda $D_1(75)$ sofrerá um novo deslocamento para a esquerda, e a maximização do lucro implicará uma produção de 12,5 unidades, como demonstrado pelo GRAF. 6, a seguir.

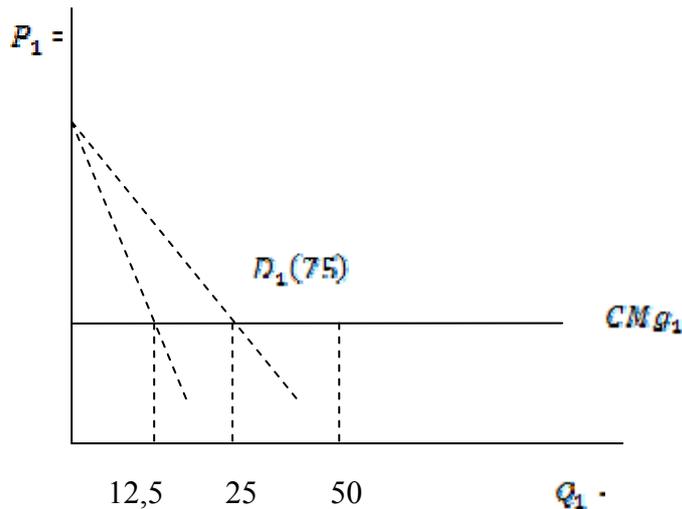


Gráfico 6: Decisão de Produção da Empresa 1
Fonte: Pindyck, 2002, p.430

Verifica-se, então, que a maximização do lucro depende da estimativa correta que cada empresa faça da sua concorrente. Segundo Pindyck, 2002, o equilíbrio de Cournot ocorre quando cada empresa não só estima corretamente a quantidade produzida pelo seu concorrente, como determina adequadamente o seu próprio nível de produção.

Em equilíbrio, cada empresa determina seu nível de produção conforme sua própria curva de reação; os níveis de produção são, por isso, encontrados no ponto de interseção entre as duas curvas de reação (Pindyck, 2002), representado pelo GRAF 7, a seguir. Vemos, portanto, que o equilíbrio de Cournot é um equilíbrio de Nash, uma vez que cada empresa reage da melhor maneira à ação do concorrente.

Suponhamos que, no mercado de TIC, as empresas que compõem determinado duopólio se deparem com a seguinte curva de demanda:

$$P = 30 - Q$$

Sabendo que $Q = q_1 + q_2$, que $R = PQ$ e supondo que ambas as empresas tenham custo marginal igual a zero, $CMg_1 = CMg_2 = 0$, podemos, então, determinar a curva de reação da Empresa 1, apresentada a seguir:

$$R_1 = PQ_1 = (30 - Q)q_1$$

$$R_1 = (30 - (q_1 + q_2))q_1$$

$$R_1 = 30q_1 - q_1^2 - q_1q_2$$

Derivando a equação em função de q_1 , igualando a receita marginal a zero e resolvendo a equação, encontramos a curva de reação da empresa 1:

$$30 - 2q_1 - q_2 = 0$$

$$q_1 = \frac{30 - q_2}{2}$$

$$q_1 = 15 - \frac{1}{2}q_2$$

De forma semelhante, obtemos a curva de reação da empresa 2, dada por:

$$q_2 = 15 - \frac{1}{2}q_1$$

As quantidades de equilíbrio são os valores de q_1 e q_2 , que se encontram no ponto de interseção entre as duas curvas de reação. Substituindo q_1 por q_2 , obtém-se $q_1 = q_2 = 10$. Logo, a quantidade total produzida (Q) é $q_1 + q_2 = 20$, e o preço de equilíbrio é determinado por:

$$P = 30 - Q$$

$$P = 10$$

Considerando que a receita total é igual ao custo marginal (no exemplo, igual a zero) e que o lucro total das empresas é maximizado pela quantidade total produzida por cada empresa, determina-se a maximização do lucro por:

$$R = PQ$$

$$R = (30 - Q)Q$$

$$R = (30Q - Q^2)$$

$$R = (30Q - Q^2)$$

Portanto:

$$RM_q = \frac{\Delta R}{\Delta Q} = 30 - 2Q$$

$$30 - 2Q = 0$$

$$2Q = 30$$

$$2Q = 30$$

$$Q = 15$$

Donde se conclui que $Q = 15$ é a quantidade produzida que maximiza o lucro das Empresas 1 e 2.

Verifica-se que o equilíbrio com coalizão, através do GRAF. 7, a seguir, apresenta a melhor opção estratégica de produção. Pindyck (2002) atenta que, embora dependendo do mercado de atuação, a coalizão está sujeita à lei antitruste, sendo, portanto, recomendável um maior aprofundamento na parte legal antes de se adotar tal posicionamento. O equilíbrio competitivo apresenta-se benéfico para os consumidores, mas é necessário um maior nível de produção para que seja maximizado o lucro. O equilíbrio de Cournot aparenta ser a opção ideal, pois permite um lucro maior que o equilíbrio competitivo e não sofre pressões da lei antitruste. Encontra-se, portanto, no equilíbrio de Nash, uma vez que nenhuma das empresas opta por adotar uma estratégia diferente, dada a estratégia do concorrente.

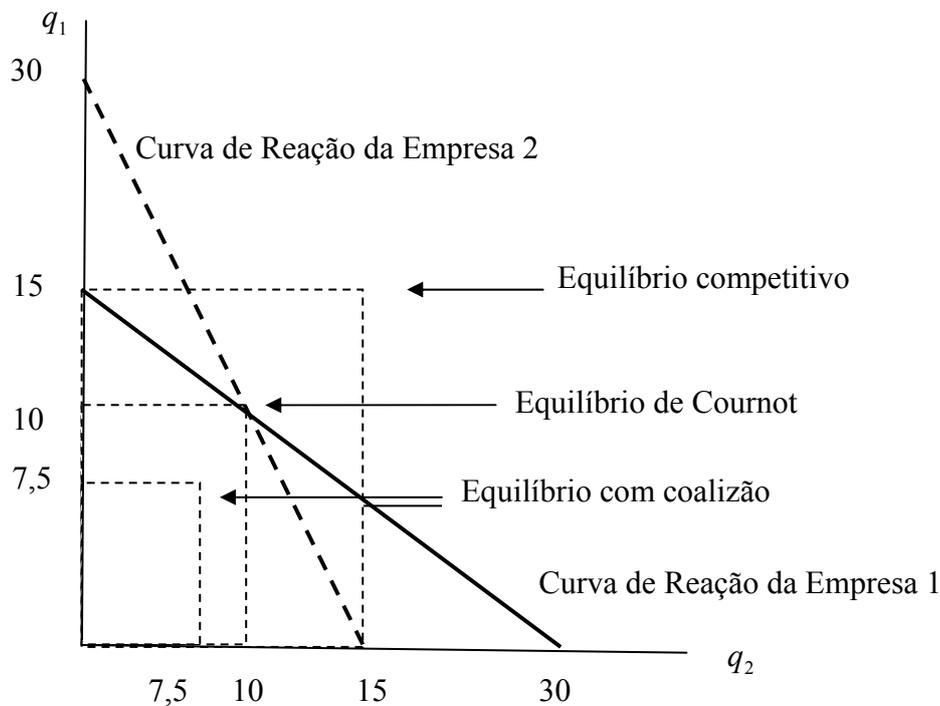


GRÁFICO 7 – Funções de reação

Fonte: Pindyck, 2002, p. 433.

3.7.2 O Modelo de Stackelberg

O modelo de Stackelberg é um modelo de duopólio onde as empresas consideram fixo o nível de produção da sua concorrente e decidem em momentos diferentes qual quantidade produzir, ou seja, existe a oportunidade de reação das empresas (Pindyck, 2002). Este modelo, assim como o de Cournot, aplica-se em empresas que desenvolvem produtos homogêneos e disputam o mesmo mercado.

Na situação criada, considera-se que a Empresa 1 determina primeiramente seu nível de produção. A Empresa 2 toma a decisão de quanto produzir, já sabendo da ação tomada pela Empresa 1.

Considerando, novamente, que a curva de demanda do mercado é obtida pela equação $P = 30 - Q$ e a Empresa 1, visando a maximização do lucro, tem sua receita marginal igual ao seu custo marginal, que é zero, a curva de receita, assim como no modelo de Cournot, é definida por $R_1 = PQ_1 = 30Q_1 - Q_1^2 - Q_2 Q_1$.

A Empresa 2, já sabendo da quantidade produzida pela Empresa 1, tem sua curva de reação semelhante ao modelo de Cournot, em $q_2 = 15 - \frac{1}{2}q_1$.

A situação de vantagem que a Empresa 1 obtém sobre a Empresa 2 decorre do fato de ela ter a oportunidade de produzir a quantidade que maximiza o lucro e saber a quantidade que a Empresa 2 produzirá, dada a sua curva de reação. Portanto, substituindo Q_2 em R_1 , obtemos:

$$R_1 = 30q_1 - q_1^2 - q_1 \left(15 - \frac{1}{2}q_1 \right)$$

$$R_1 = 30q_1 - q_1^2 - 15q_1 + \frac{1}{2}q_1^2$$

$$R_1 = 15q_1 - \frac{1}{2}q_1^2$$

$$R_1 = 15q_1 - \frac{1}{2}q_1^2$$

Como a receita marginal (RMg_1) é a receita incremental (ΔR_1), que resulta de uma variação incremental da produção (Δq_1), então $RMg_1 = \frac{\Delta R_1}{\Delta q_1}$. Para obter RMg_1 , então, deriva-se a receita em função da quantidade produzida, $RMg_1 = \frac{\partial R_1}{\partial q_1}$, e se obtém: $\frac{\partial R_1}{\partial q_1} = 15 - q_1$. Supondo $RMg_1 = 0$, temos que $q_1 = 15$. Substituindo q_1 na curva de reação da Empresa 2 ($q_2 = 15 - \frac{1}{2}q_1$), obtém-se que $q_2 = 7,5$.

Conclui-se que a Empresa 1 produz o dobro da Empresa 2 e obtém um lucro maior, na mesma proporção. O equilíbrio de Nash é caracterizado porque nenhuma das empresas tem uma estratégia melhor, dada a estratégia do seu concorrente. Caso a Empresa 2 aumentasse a quantidade produzida, ambas as empresas incorreriam em prejuízo.

3.7.3 O Modelo de Bertrand

Diferentemente dos modelos de Stackelberg e Cournot, onde as empresas concorrem por meio da determinação da quantidade, o modelo de Bertrand determina o preço do produto como forma de maximização do lucro (Pindyck, 2002). No modelo de Bertrand, que pode ser aplicado a empresas que produzem produtos homogêneos ou diferenciados, as empresas consideram fixo o preço do seu concorrente e decidem simultaneamente para qual preço mudar.

3.7.3.1 Aplicação do Modelo de Bertrand em Produtos Homogêneos

Adotando a mesma curva de demanda do mercado, $P = 30 - Q$, e supondo que as empresas tenham um custo marginal igual a \$3,00, ou seja, $CMg_1 = CMg_2 = 3$, as firmas 1 e 2 teriam um incentivo para reduzir seu preço até igualar ao custo marginal, portanto, $P_1 = P_2 = 3$. A quantidade produzida pelo setor é, então, definida, por:

$$Q = 30 - 3$$

$$Q = 27,$$

sendo $Q_1 = 13,5$ e $Q_2 = 13,5$. Considerando que o preço é igual ao custo marginal, o equilíbrio se dá de forma que nenhuma das empresas obteria lucro e não teriam nenhum incentivo para mudar.

3.8 A Necessidade de Inovar em Produtos e/ou Processos

Consideremos uma situação entre duas empresas (Empresa 1 e Empresa 2) inseridas em uma competição que tem o investimento em P&D como fator central na disputa pelo mercado. O incentivo para a inovação em cada firma depende crucialmente das ações tomadas pela sua rival. Se nenhuma firma tem inovado, então cada uma continua usando a tecnologia existente, não havendo nenhuma alteração nos ganhos de ambas em decorrência da inovação. Se a Empresa 1 acredita que sua rival não irá inovar, então saberá que, investindo em P&D, seus ganhos pós-inovação serão superiores aos atuais. Caso a Empresa 1 resolva não investir em P&D, ou seja, não inovar, a Empresa 2 poderá resolver investir em P&D, inovar e, assim, obter um ganho maior, cabendo à Empresa 1, agora, não o ganho normal, mas o ganho de uma firma perdedora. O ganho da Empresa 1 foi alterado, não devido a uma ação sua, mas como consequência da ação realizada pela Empresa 2, sua rival.

Schumpeter (1984, p. 112 e 113) afirma, em célebres palavras, que a necessidade de criação de novos produtos ou processos condiciona a sobrevivência da iniciativa privada.

... o impulso fundamental que inicia e mantém a máquina capitalista em movimento decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria ... esse processo de destruição criativa é o fato essencial acerca do capitalismo. É nisso que consiste o capitalismo, e é aí que têm que viver todas as empresas capitalistas.

Esse fenômeno distinto, apresentado sob a forma de novos bens de consumo, métodos de produção etc.. ao qual Schumpeter (1982) se referia, atualmente conhecemos pelo termo inovação.

Inovações podem apresentar uma série de benefícios para a empresa. Em um processo inovador de fabricação citam-se as reduções no custo e aumento no volume de produção, enquanto produtos inovadores geram um monopólio temporário. Ambas as situações geram, para o inovador, um lucro extraordinário.

Partindo do raciocínio da situação criada, de interação entre as empresas, é fácil perceber a viabilidade de se investir em P&D, devido aos ganhos obtidos pela inovação dos produtos ou processos, mas um fator deve ser levado em consideração: a externalidade gerada pelo processo inovador.

A hipótese perseguida neste trabalho é de que, em um duopólio, se as duas empresas adotarem estratégias não-cooperativas, não possuirão incentivos para inovar, já que o resultado do seu esforço de investir na atividade de P&D será parcialmente apropriado pela sua rival. O que haverá, então, não será uma disputa pela inovação, mas um jogo de espera (*waiting game*). Portanto, adotar estratégias cooperativas torna-se a opção mais racional, pois eliminam-se possíveis *free riders*, minimizam-se os gastos individuais em P&D e consegue-se, conseqüentemente, maximizar os ganhos decorrentes do mercado.

Os investimentos em P&D passam a ser fortemente afetados pela possibilidade ou não das externalidades geradas. D'Aspremont e Jacquemin (1988) desenvolveram um modelo de Cournot que pode ser utilizado para analisar o efeito da adoção de estratégias cooperativas ou não sobre a decisão de investimento na atividade de P&D.

3.9 A Questão das Externalidades

D'Aspremont e Jacquemin (1988) desenvolveram um modelo, baseado em Cournot, que acrescenta a questão das externalidades ao modelo original. Trata-se de um duopólio, onde as empresas decidem simultaneamente qual quantidade produzir baseadas na percepção de quanto a sua respectiva concorrente produz. As empresas analisadas desenvolvem produtos homogêneos e disputam o mesmo mercado.

Este modelo analisa dois estágios (P&D e produção) e três diferentes jogos: não-cooperação em ambos, produção e P&D; não-cooperação na produção e cooperação em P&D;

e cooperação em P&D e produção. As estratégias das empresas dependem do nível de pesquisa e subsequente estratégia de produção baseada nas suas escolhas de P&D.

Utiliza-se no modelo a função da demanda inversa, $D^{-1}(Q)$, onde $Q = (q_a + q_b)$, pois, no Modelo de Cournot, pressupõe-se que a quantidade produzida determina o preço. A função da demanda inversa é determinada por:

$$P(q_a, q_b) = a - b(q_a + q_b), \quad (1)$$

tal que $a, b > 0$ e $q_1 + q_2 \leq \frac{a}{b}$.

Nesta função de demanda inversa, P representa o preço, q_a e q_b são as quantidades totais produzidas pela Empresa A e pela Empresa B, respectivamente, a representa a parcela do preço que independe das quantidades produzidas e b , a inclinação da função demanda linear.

Cada empresa tem um custo de produção $C_a(q_a, x_a, x_b)$. O Custo de a é determinado pela função:

$$C_a(q_b, x_a, x_b) = [A - x_a - \beta x_b] q_a, \quad a = 1, 2, a \neq b, \quad (2)$$

onde, $0 < A < a$, $0 < \beta < 1$; $x_a - \beta x_b \leq A$; $Q \leq \frac{a}{b}$.

O gasto com pesquisa da empresa a é apresentado como x_a e o gasto da empresa b com pesquisa apresenta-se como x_b . β representa as externalidades do investimento em P&D da empresa a . Quanto maior for o investimento da firma a em P&D, menor será o seu custo de produção. O investimento em P&D da firma b também pode reduzir o custo de produção da empresa a , bastando que $\beta > 0$.

Os ganhos obtidos no duopólio através da cooperação e/ou da competição em P&D são afetados diretamente pelo β . Em um ambiente de cooperação, divisões de ganhos consideradas injustas por uma das empresas geram insatisfação e um conseqüente desestímulo ao investimento. Em um ambiente de total competição, as empresas tendem a se apropriar da pesquisa da outra empresa, dessa forma aumentando o valor de β .

As externalidades provocadas pelas empresas pesquisadas referem-se à apropriação dos ganhos decorrentes do investimento em P&D da outra empresa; portanto, $\beta =$

0 significa a total inexistência de externalidades e, em sentido contrário, o valor de $\beta = 1$ significa a total existência de externalidades.

Além da função custo de produção, apresentada anteriormente, existe um custo de cada firma associado ao seu investimento de x_i unidades em P&D. A função custo em P&D apresenta-se da seguinte forma:

$$\left(\frac{\gamma}{2}\right)x_i^2, \quad (3)$$

válido para $i = 1, 2$.

Segundo D'Aspremont (1988, p. 1134), o custo de P&D assume a função quadrática, refletindo a existência de retornos decrescentes nos gastos em P&D.

Como o modelo apresenta dois estágios, resolveremos os jogos pelo modo de indução reversa, ou seja, de trás para frente, do segundo estágio para o primeiro. No primeiro estágio, a estratégia da firma consiste na escolha de um volume de recursos para ser investido na atividade de P&D, enquanto que, no segundo estágio, cada firma deve escolher uma certa quantidade de produção baseada em sua escolha anterior.

Parte-se do pressuposto de que, no primeiro jogo, as empresas não cooperam em ambos, P&D e produção. No segundo jogo as empresas cooperam em P&D, mas concorrem na produção. No terceiro jogo, cooperam em ambos, P&D e produção.

Sabendo-se que a função lucro (π) é definida pela diferença entre a receita total (equação 1), o custo de produção (equação 2) e o custo em P&D (equação 3), pode-se obtê-la na forma a seguir:

$$Max \pi_a(q_a, q_b, x_a, x_b) = [a - b(q_a + q_b)]q_a - (A - x_a - \beta x_b)q_a - \left(\frac{\gamma}{2}\right)x_a^2 \quad (4)$$

Derivando separadamente $[a - b(q_a + q_b)]q_a$ em função de q_a , temos:

$$\frac{[a - b(q_a + q_b)]q_a}{\partial q_a} = \frac{aq_a - bq_a^2 - bq_aq_b}{\partial q_a} = a - 2q_ab - bq_b$$

Derivando isoladamente $(A - x_a - \beta x_b)q_a$ em função de q_a , temos:

$$\frac{\partial(Aq_a - x_aq_a - \beta x_bq_a)}{\partial q_a} = A - x_a - \beta x_b$$

Derivando separadamente $\left(\frac{\gamma}{2}\right)x_a^2$ em função de q_a , temos 0, pois a equação não é função constante de q_a .

$$\frac{\partial \pi_a}{\partial q_a} = a - 2q_ab - bq_b - A + x_a + \beta x_b$$

Igualando a função a 0 e, em seguida, colocando em função de q_a , temos:

$$2q_ab = a - bq_b - A + x_a + \beta x_b$$

$$q_a = \frac{a - bq_b - A + x_a + \beta x_b}{2b}, \quad (5)$$

onde empresa $a \neq$ empresa b .

De forma semelhante obtém-se q_b , definida pela expressão a seguir:

$$q_b = \frac{a - bq_b - A + x_b + \beta x_a}{2b}, \text{ onde } a \neq b.$$

No primeiro estágio do jogo as empresas optaram por não cooperar, nem em P&D nem na produção. Aplica-se nesse primeiro momento o modelo de Cournot, pois é sabido que as empresas associadas decidem simultaneamente qual quantidade produzir.

Para facilitar nosso raciocínio, adotaremos, doravante, as novas expressões Z_a e Z_b , onde:

$$Z_a = a - A + x_a + \beta x_b \text{ e } Z_b = a - A + x_b + \beta x_a,$$

Substituindo Z_a e Z_b na expressão (5), obtemos:

$$q_a = \frac{Z_a - bq_a}{2b} \text{ e } q_b = \frac{Z_b - bq_b}{2b}$$

Como a quantidade que cada uma das empresas espera que a concorrente produza deve ser igual à quantidade resultante da estratégia adotada por cada empresa (a quantidade que decidiu produzir) e vice-versa, podemos substituir a equação de q_a em q_b , portanto:

$$q_a = \frac{Z_a}{2b} - \frac{1}{2} \left(\frac{Z_b - bq_b}{2b} \right)$$

$$q_a = \frac{Z_a}{2b} - \frac{Z_b}{4b} + \frac{q_a}{4}$$

$$q_a = \frac{Z_a}{2b} - \frac{Z_b}{4b} + \frac{q_a}{4}$$

$$\frac{3}{4}q_a = \frac{Z_a}{2b} - \frac{Z_b}{4b}$$

$$3q_a = \frac{2Z_a}{b} - \frac{Z_b}{b}$$

$$q_a = \frac{2Z_a - Z_b}{3b} \quad (6)$$

Como $Z_a = a - A + x_a + \beta x_b$ e $Z_b = a - A + x_b + \beta x_a$, substituímos $a - A + x_a + \beta x_b$ e $a - A + x_b + \beta x_a$, na expressão (6), e obtemos:

$$q_a = \frac{2(a - A + x_a + \beta x_b) - (a - A + x_b + \beta x_a)}{3b} \quad (7)$$

$$q_a = \frac{a - A + (2 - \beta)x_a + (2\beta - 1)x_b}{3b}$$

De forma semelhante, obtém-se q_b , definida pela expressão a seguir:

$$q_b = \frac{a - A + (2 - \beta)x_b + (2\beta - 1)x_a}{3b} \quad (8)$$

Substituindo a equação 8 na equação de maximização do lucro, 4, obtém-se a expressão a seguir:

$$\text{Max}\pi_a(q_a, q_b, x_a, x_b) = \frac{[(a - A) + (2 - \beta)x_a + (2\beta - 1)x_b]}{9b} - \left(\frac{\gamma}{2}\right)x_a^2 \quad (9)$$

A função lucro neste momento vai depender do volume dos recursos de investimento em P&D. Para se obter a melhor resposta da função lucro deriva-se a equação em função de x_i e obtém-se a função de reação da firma $i - x_a^*(x_b)$, que relaciona a melhor resposta a ser adotada pela firma a à quantidade investida pela firma b em pesquisa e desenvolvimento, conforme apresentado na equação 10, a seguir.

$$x_a(x_b) = \frac{-2(2 - \beta)[(a - A) + (2\beta - 1)x_b]}{\frac{2(2 - \beta)^2}{9b} - \gamma} \quad (10)$$

A solução de equilíbrio de Nash para investimento em P&D, quando há competição em ambos os estágios do jogo, é:

$$x_a^* = \frac{(a - A)(2 - \beta)}{4,5b\gamma - (2 - \beta)(1 + \beta)}, \text{ onde:} \quad (11)$$

empresa $a \neq$ empresa b .

D'Aspremont e Jacquemin (1988, p.1134) alertam para a condição de segunda ordem que é requerida para $\frac{2(2 - \beta)^2}{9b} - \gamma < 0$ ou $\frac{2}{9}(1 + \beta)^2 < b\gamma$.

Existe uma solução de equilíbrio que satisfaz as condições do primeiro jogo para a quantidade requerida, dada por:

$$Q^* = q_a^* + q_b^* = \frac{2(a-A)}{3b} + \frac{2(\beta+1)}{3b} x_a^* = \frac{2(a-A)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - (2-\beta)(1+\beta)} \right]$$

Os ganhos gerados através do investimento em P&D são encontrados pela equação:

$$\frac{1}{9b} \sum_{a=1}^2 \left\{ [(a-A) + (2-\beta)x_a + (2\beta-1)x_b]^2 - \gamma \frac{x_a^2}{2} \right\} \text{ onde:}$$

$b \neq 1$; empresa $a \neq$ empresa b .

No segundo jogo, como as empresas cooperam em P&D mas competem na produção, a equação de maximização do lucro permanece idêntica à equação (4), alterando, contudo, o problema no primeiro estágio do jogo, já que as firmas irão passar a maximizar o lucro juntas e, portanto, $\hat{\pi} = \pi_a^* + \pi_b^*$.

Na resolução do jogo, no primeiro estágio, as firmas maximizam o lucro como função de x_a e x_b , tal que:

$$\text{Max } \hat{\pi}(q_a^*, q_b^*, x_a, x_b) = \frac{1}{9b} \sum_{a=1}^2 \left\{ [(a-A) + (2-\beta)x_a + (2\beta-1)x_b]^2 - \gamma \frac{x_a^2}{2} \right\} \quad (12)$$

onde $a = 1,2$ e $a \neq b$.

$$Q^{\wedge} = \frac{2(a-A)}{3b} + \frac{2(\beta+1)}{3b} x^{\wedge} = \frac{2(a-A)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - (1+\beta)^2} \right] \quad (13)$$

O investimento ótimo a ser efetuado na atividade de P&D por ambas (já que as firmas são simétricas) será:

$$\hat{x} = \frac{(a-A)(\beta+1)}{4,5b\gamma - (\beta+1)^2} \quad (14)$$

Segundo D'Aspremont e Jacquemin (1988, p.1134), a condição de segunda ordem é requerida para $\frac{2}{9}(1+\beta)^2 \leq b\gamma$.

No terceiro jogo as firmas cooperam em ambos, P&D e produção. O ganho conjunto para x_a e x_b será dado por:

$$\pi = [a - bQ]Q - AQ + (x_a + \beta x_b)q_a + (x_b + \beta x_a)q_b - \gamma \sum_{i=1}^2 \frac{x_i^2}{2} \quad (14)$$

Como $x_a = x_b = x$, a solução simétrica para $\tilde{q}_a = \tilde{q}_b$ será:

$$Q = q_a + q_b = \frac{[(a - A) + (1 + \beta)x]}{2b} \quad (15)$$

No estágio atual, o lucro conjunto é dado pela equação:

$$\tilde{\pi} = \frac{1}{b} \left[\frac{a - A + (1 + \beta)x}{2} \right]^2 - \gamma x^2 \quad (16)$$

A solução do equilíbrio de Nash quando há cooperação em P&D e em produção (coalizão total) apresenta-se a seguir:

$$\tilde{x} = \frac{(a - A)(1 + \beta)}{4b\gamma - (1 + \beta)^2} \quad (17)$$

$$\tilde{Q} = \frac{(a - A)}{2b} + \frac{(1 + \beta)}{2b} \cdot \tilde{x} = \frac{a - A}{2b} \left[\frac{4b\gamma}{4b\gamma - (1 + \beta)^2} \right] \quad (18)$$

4. Metodologia da Pesquisa

Este capítulo trata da metodologia que foi adotada para a resolução do problema de pesquisa. Ele contemplará o ambiente de pesquisa, a natureza da pesquisa, o tipo de pesquisa, o universo da pesquisa e a coleta de dados.

4.1 Ambiente da Pesquisa

O ambiente no qual a pesquisa foi realizada é o Instituto Titan, localizado no município de Fortaleza, Ceará, Brasil. Pelo fato de se tratar de um estudo de caso, desenvolveu-se um capítulo a parte sobre o Instituto e os principais parceiros.

4.2 Natureza da Pesquisa

A pesquisa é de natureza quali-quantitativa, pois combina as naturezas qualitativas e quantitativas. Richardson (1999 *apud* BEUREN, 2003, p.91 e 92) explicita as naturezas qualitativas e quantitativas da seguinte forma:

Estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender, classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais e pode contribuir no processo de mudança de determinado grupo. Possibilitam, também, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos. Na pesquisa qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado.

A metodologia quantitativa caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas (...). Destaca a sua importância porque visa garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando uma margem de segurança quanto às inferências realizadas.

Enquanto o método qualitativo proporcionará uma maior compreensão das percepções de ganhos decorrentes de investimentos em P&D por parte dos gestores das empresas associadas ao Instituto Titan, bem como toda a complexidade que envolve o tema

estratégias cooperativas o método quantitativo apresentará a necessidade de investimentos em P&D, considerando a influência das externalidades, aplicadas ao modelo de *Cournot*.

4.3 Tipo da Pesquisa

Para realização desta pesquisa, do ponto de vista dos objetivos, a metodologia utilizada foi do tipo exploratória, por procurar uma melhor compreensão das relações entre os gestores das empresas associadas ao Instituto Titan. De acordo com Gil (2006) as pesquisas exploratórias têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições.

4.4 Estratégia da Pesquisa

As estratégias de pesquisa adotadas foram o estudo de caso múltiplo, pesquisa experimental e a pesquisa bibliográfica.

Yin (2005, p. 32) define estudo de caso como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo, dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, portanto, desenvolve-se um estudo de caso para estudar as reações das empresas associadas ao Instituto Titan quando enfrentam o dilema cooperar ou não em P&D.

A pesquisa experimental é desenvolvida em ambiente computacional, uma vez que foi determinado um objeto de estudo, as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, e definiram-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável pode produzir no objeto com auxílio dos *softwares* Stella e Microsoft Excel. De acordo com Fachin (2001, p. 40), no método experimental, o princípio central de sua aplicação é de que os resultados devem ser aceitos tal como se apresentem, considerando até mesmo imprevistos e acidentes e, diante dos resultados, não cabe opiniões próprias ou alheias. Segundo Gil (2006) o que caracteriza a pesquisa experimental é a determinação de um objeto de estudo, das variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, das formas de controle e da observação dos efeitos que a variável pode produzir no objeto.

A palavra simulação refere-se a qualquer método analítico cuja intenção é imitar algum sistema real, principalmente quando outras análises são matematicamente complexas. Entende-se por sistema o conjunto de componentes que atuam e interagem entre si com o fim de alcançar determinado objetivo. O estudo de um sistema pode ser efetuado através de observações no sistema real ou a partir da elaboração de um modelo que permita a sua compreensão e a previsão de seu comportamento sob determinadas condições. (LUSTOSA, PONTE, DOMINAS, 2004, P.244)

A simulação, portanto, é uma técnica que permite reproduzir o funcionamento de um sistema, com o auxílio de um modelo, e gerar expectativas de resultados. Os modelos, por sua vez, podem ser físicos ou matemáticos. Os modelos matemáticos representam, em termos lógicos e quantitativos, os relacionamentos entre as variáveis. Quando for possível determinar os valores das variáveis, o modelo tem solução analítica. No entanto, quando estes valores não forem conhecidos, a solução deverá ser buscada através de simulação. (LUSTOSA, PONTES, DOMINAS, 2004).

A simulação aplicada no trabalho não pretende mostrar a realidade do setor, ela tem com função principal auxiliar na análise dos posicionamentos estratégicos adotados pelas empresas pesquisadas.

Dessa forma, o objetivo da simulação é descrever a distribuição e características dos possíveis valores de uma variável dependente, depois de determinados os possíveis valores e comportamentos das variáveis independentes.



FIGURA 5- Abordagens de estudo de um sistema

Fonte: LAW e KELTON *apud* LUSTOSA, PONTES e DOMINAS (2004)

Para entender como se dá a interação entre as empresas utiliza-se o conceito de dinâmica de sistemas. Dinâmica de Sistemas é um conjunto de conhecimentos utilizados para estruturar e analisar o comportamento do sistema. A dinâmica de sistemas é uma técnica para a solução de problemas, pois com a criação de modelos utilizando-se laços causais, tem-se uma via importante para enfocar e tomar decisões concernentes a problemas do tipo social, econômico, ambiental, empresarial e político (FILHO, 2001).

Um modelo é uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade (FILHO, 2001).

Um diagrama de laço causal representa uma sucessão de eventos de causa e efeito, de tal forma que todas as variáveis estejam inter relacionadas em conexões de causa e de efeito. (FILHO, 2001).

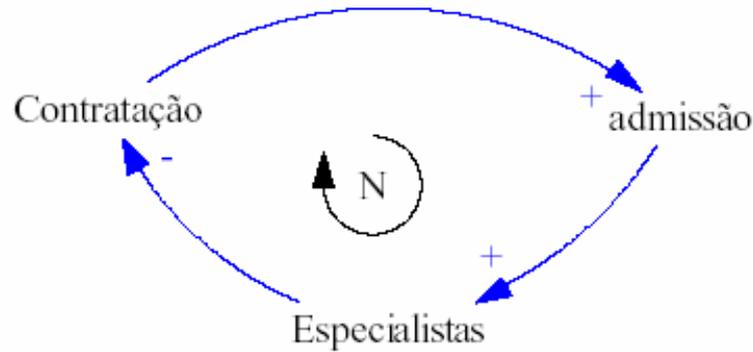


FIGURA 6 – Diagrama de Laço Causal
Fonte: FILHO, 2001, p. 42.

De acordo com o site <http://www.modelciencias.furg.br>, o software Stella utiliza diagrama de fluxo para representar o modelo que se deseja analisar. O **Structural Thinking Learning Laboratory with Animation (Stella)** é uma ferramenta de modelagem quantitativa que usa a metáfora de tanques, válvulas e canos.

O STELLA tem algumas representações, por exemplo: um tanque  (estoque) representa uma quantidade cujo valor inicial pode variar. Uma torneira  (taxa) conectada a um tanque decide quão rápido a quantidade no tanque está mudando. Várias torneiras podem ser conectadas a um tanque. Quantidades são representadas por um círculo  (conversores), que podem ser constantes ou podem ser fórmulas. O Stella permite a construção de um modelo através da conexão desses objetos básicos e o usuário não necessita pensar sobre que linhas de programa escrever, pois o sistema converte essas relações em linhas de programa, conforme anexo (<http://www.modelciencias.furg.br>).

O objetivo principal dos diagramas de fluxo é representar os relacionamentos entre as variáveis de nível e as variáveis de fluxos que formam um modelo em dinâmica de sistemas (FILHO, 2001).

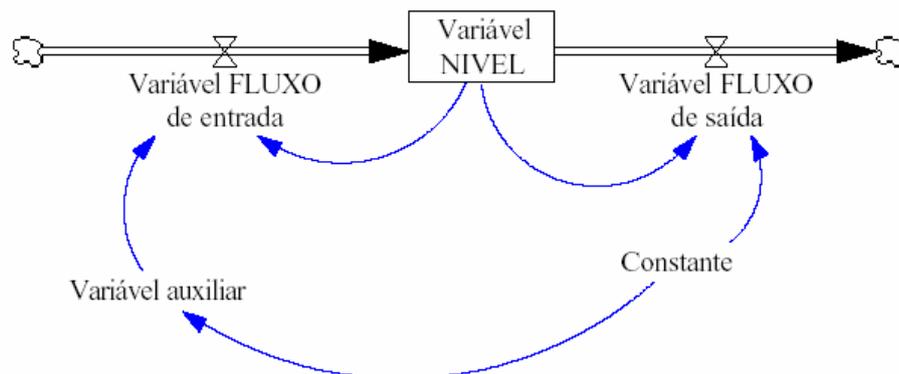


FIGURA 7 – Fluxo em Dinâmica de Sistemas
Fonte: FILHO, 2001, p. 39.

Cardozo (2000) propõe oito passos para a construção e o teste de modelos de simulação baseado na dinâmica de sistemas.

1. aquisição de conhecimentos;
2. especificação do comportamento dinâmico;
3. construção do diagrama de estoques e fluxos;
4. construção do diagrama de laços causais;
5. estimativa de valores dos parâmetros;
6. verificação da consistência;
7. análise de sensibilidade;
8. aplicação de políticas.

Em relação a pesquisa bibliográfica desenvolve-se com base em livros e artigos científicos de congressos e de revistas especializadas. Na pesquisa bibliográfica, portanto, busca-se conhecer e analisar o referencial já tornado público em relação ao tema em estudo (BEUREN, 2003).

4.5 Universo da Pesquisa

O universo da pesquisa será constituída pelo Instituto Titan, bem como as 23 empresas associadas. Trata-se, portanto, de um estudo censitário, pois a amostra da população representa a totalidade das empresas que compõe o parque tecnológico.

O Instituto Titan, é uma organização que congrega as maiores empresas cearenses de TIC, onde os associados dispõem de uma estrutura física e uma importante ferramenta de gestão que possibilita a aplicação de estratégias cooperativas (www.institutotitan.org.br).

O instituto atua de forma isolada ou através de parcerias com as suas associadas, instituições governamentais, de pesquisas e ensino, como o convênio de cooperação assinado entre os Institutos Titan, Insoft e Cenpra.

O Insoft foi fundado em 1995. Atualmente é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), voltada para o desenvolvimento tecnológico. Desenvolve parcerias com o Governo do Estado do Ceará, institutos de pesquisa, empresas de *softwares* e universidades atuando para o desenvolvimento do setor de TIC. As ações do Insoft são promover a elevação da competitividade em TIC, incentivar o empreendedorismo no estado do Ceará e aumentar a demanda dos produtos e serviços das empresas associadas (www.insoft.softex.br).

Entre os projetos desenvolvidos pelo Insoft, destaca-se a Incubasoft, incubadora de softwares que promove o fortalecimento das MPE do setor, através de apoio estrutural, mercadológico, técnico e administrativo.

O Centro de Pesquisas Renato Archer - Cenpra é uma instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia. A finalidade do Cenpra é desenvolver e implementar pesquisas científicas e tecnológicas no setor de informática. O Cenpra está localizado em Campinas – SP, onde situa-se o maior pólo tecnológico da América Latina. O Cenpra hoje é considerado uma referência nacional em pesquisa nas áreas de telecomunicações e informática.

O Cenpra tem aproximadamente 20 anos de existência. As parcerias realizadas pelo Cenpra são principalmente com instituições de P&D e universidades, inclusive americanas, européias e asiáticas. Uma das metas do Cenpra é manter e ampliar a integração entre o centro de pesquisa, o setor empresarial e o acadêmico. A contrapartida esperada para a sociedade é através do aprimoramento das relações visando a inovação em processos e produtos (www.cenpra.gov.br).

4.6 Coleta de Dados

Os dados utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram coletados através de entrevista semi-estruturada e aplicação de questionários fechados. Beuren (2003) considera entrevista a técnica de coleta de dados mais apropriada para entender o sentimento das pessoas com relação a crenças e perspectivas futuras.

A entrevista semi-estruturada permite maior interação e conhecimento das realidades dos informantes, valorizando a espontaneidade e criatividade do entrevistado (BEUREN, 2003). A entrevista semi-estruturada foi realizada com um alto gestor do Instituto Titan, procurando conhecer os objetivos e a visão de futuro do líder em relação ao Instituto Titan. A entrevista foi realizada em agosto de 2007, em uma das empresas associadas ao instituto.

Beuren (2003, p. 130) define questionário como um instrumento de coleta de dados constituído de uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador. Com referências aos tipos de questões, opta-se por aplicar um questionário fechado, de forma a tornar mais preciso os dados das empresas dos respondentes. O questionário foi aplicado pelos pesquisadores do Laboratório de Simulação e Otimização de Empresas (LASO) nos gestores das 23 empresas associadas ao Instituto Titan no período de janeiro e fevereiro de 2007 e refere-se ao período de 2004 a 2006.

A técnica de análise dos resultados será a proposta por Bardin (1977), que a define como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que visam descrever o conteúdo das mensagens, obterem indicadores quantitativos ou não, permitindo a inferência de conhecimentos.

Após e considerando as técnicas estabelecidas pela Análise do Conteúdo (BARDIN, 1977) foram definidas as seguintes categorias analíticas “riscos associados ao Instituto Titan”, “processos de cooperação e competição em P&D” e “investimento em P&D e a existência de externalidades” tendo como base o referencial teórico articulado anteriormente e os objetivos desse estudo.

4.7 Modelo Empírico

O Modelo de Cournot, essencialmente, apresenta os seguintes pressupostos básicos:

- As empresas atuam no mesmo mercado;
- O modelo aplica-se a poucas empresas;
- As empresas desenvolvem produtos homogêneos.

A justificativa para o uso do modelo de Cournot no setor estudado foi que:

- Todas as empresas associadas ao Instituto Titan atuam no mercado de TIC, na mesma região (Metropolitana de Fortaleza), desenvolvendo tecnologias voltadas para a Informação ou comunicação;
- As empresas estudadas, além de pertencerem a um universo pequeno (23) estão divididas em dois grupos, portanto a quantidade de empresas torna-se ainda menor, quando analisadas sob a perspectiva dos produtos e/ou serviços desenvolvidos;
- Existem empresas do Instituto Titan que desenvolvem produtos/serviços com graus elevados de homogeneidade, como, por exemplo, os Enterprise Resource Planning (ERP) produzidos pelas empresas Softium, Ivia e Inteq.

4.8 Etapas da Pesquisa

Inicialmente aplicaram-se os questionários para conhecer o perfil das empresas de TIC, perceber a visão da empresa relacionada ao mercado de TIC e entender o posicionamento da empresa em relação a dinâmica da cooperação em P&D, dado um determinado grau de externalidade e uma entrevista para entender os objetivos, os benefícios, os riscos e a percepção das externalidades em relação ao instituto.

Diferente das abordagens mais comumente usadas, nas quais utilizam-se dados determinísticos, na etapa seguinte trabalhou-se com dados probabilísticos. Através do *software* Stella simula-se o comportamento das empresas alterando o custo em P&D e as externalidades, incorporando variabilidade nas simulações, com o intuito de analisar como se dará o comportamento dos jogadores com a mudança dos parâmetros.

Adotando sugestão de Henriques (2001) utiliza-se o intercepto vertical $(a) = 10$, a inclinação da reta representada por $(b) = 1$. O custo em P&D representado por $\left(\frac{\gamma}{2}\right)x_i^2$ sendo $\gamma = 5$. As externalidades (β) e o custo variável (A) são parâmetros de simulação. Conforme sugestão de Henriques (2001), adota-se $\beta = 0,1$ para representar baixa ocorrência de externalidades e $\beta = 0,90$ representa a existência de um alto índice de externalidades. Dado as variáveis simulam-se situações de competição, cooperação e coalizão, conforme o modelo de Cournot, e encontram-se o investimento em P&D (x^*), a quantidade produzida (q^*) e o lucro obtido (π^*) caso seja adotada uma estratégia de competição entre as empresas, o investimento em P&D (x^A), a quantidade produzida (q^A) e o lucro obtido (π^A) se forem adotadas estratégias que envolvam competição e cooperação e o investimento em P&D (x^{\sim}), a quantidade produzida (q^{\sim}) e o lucro obtido (π^{\sim}) caso as empresas optem por adotar uma estratégia de cooperação total.

Em seguida, desenvolveu-se a matriz de recompensa dos atores utilizando a teoria dos jogos, onde verifica-se os ganhos obtidos por cada empresa, para cada combinação possível de estratégias (cooperando ou não cooperando em P&D e cooperando ou não cooperando na produção), como demonstrado pelo diagrama, a seguir.

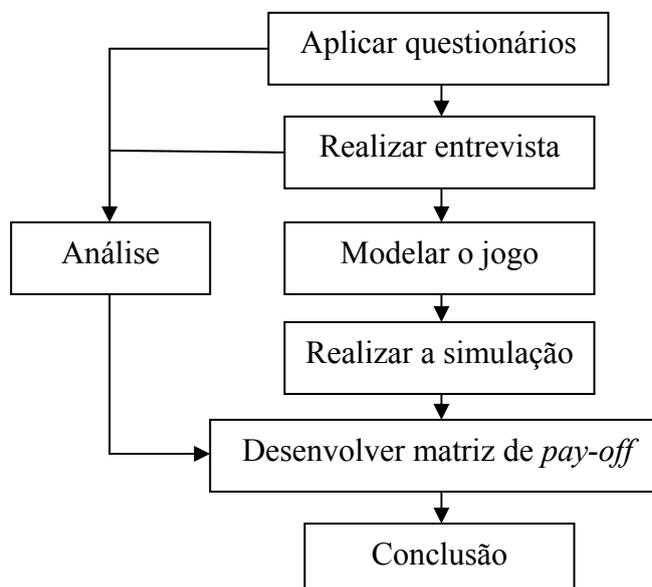


FIGURA 8- Diagrama das etapas da pesquisa
Fonte: Autor

5. Análise e Apresentação dos Resultados

A seguir são apresentados os resultados da simulação, como um método auxiliar no entendimento dos quatro cenários estabelecidos, e a análise dos resultados, conforme as categorias estabelecidas durante o processo interpretativo (Bardin, 1977).

5.1 Resultados da Simulação

5.1. 1 Competição

Nesta etapa do trabalho, apresentam-se os resultados da simulação considerando o estágio de competição entre as empresas nos seguintes parâmetros de simulação: $\beta = normal(0,1; 0,06)$ e $A = normal(7; 0,35)$, ou seja, um cenário de baixa externalidade (0,1) e alta variabilidade (1 desvio-padrão representa 60% da média) e $\beta = normal(0,1; 0,005)$ e $A = normal(7; 0,35)$, ou seja, um cenário de baixa externalidade (0,1) e baixa variabilidade (1 desvio-padrão representa 5% da média). Em seguida, considerando a existência de uma maior externalidade, adotam-se como parâmetros de simulação: $\beta = normal(0,90; 0,54)$ e $A = normal(7; 0,35)$, ou seja, um cenário de alta externalidade (0,9) e alta variabilidade (1 desvio-padrão representa 60% da média) e $\beta = normal(0,9; 0,045)$ e $A = normal(7; 0,35)$, ou seja, um cenário de alta externalidade (0,9) e baixa variabilidade (1 desvio-padrão representa 5% da média). O modelo de simulação para as Empresas A e B no jogo sem cooperação em P&D e produção, nos quatro cenários (alta e baixa variabilidade), apresenta-se da seguinte forma (FIGURA 9):

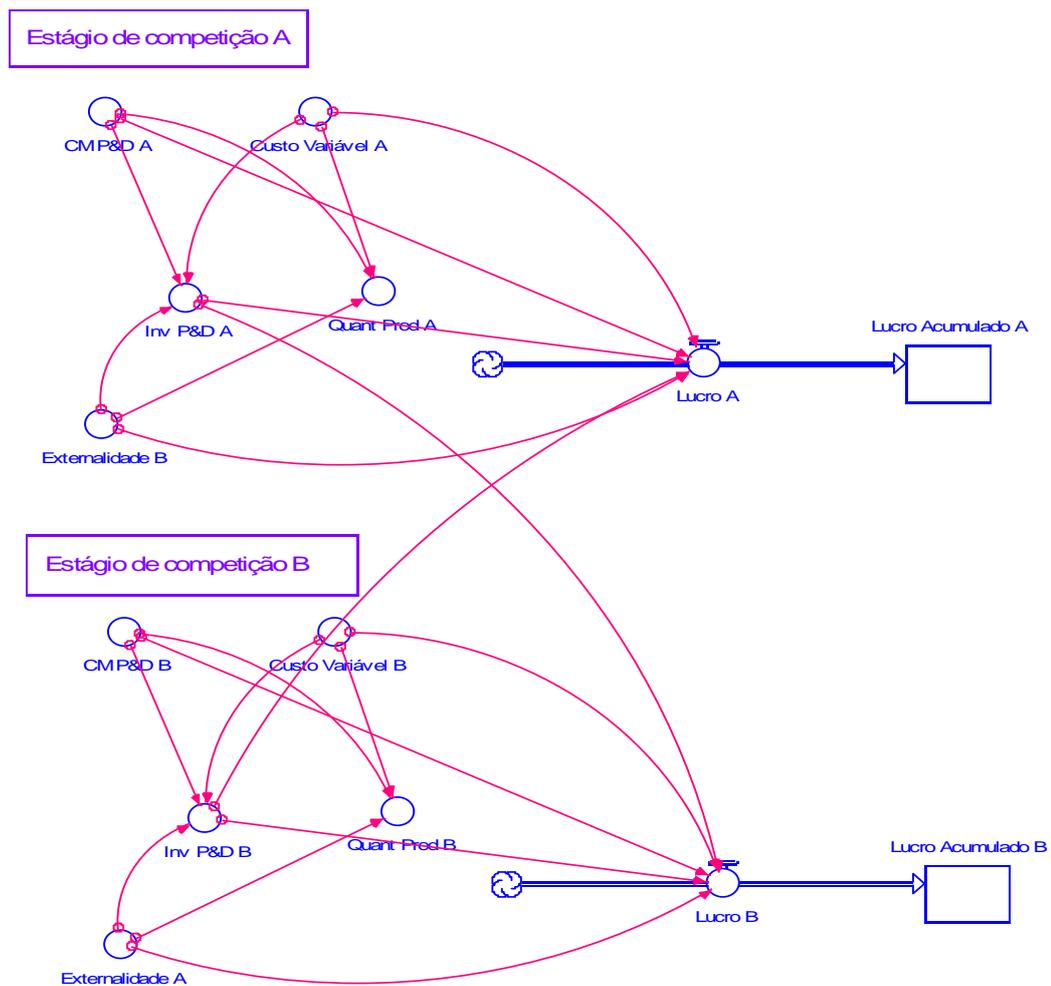


FIGURA 9 – Modelo de simulação no estágio de competição
Fonte: Autor

Foram realizadas 100 simulações no software Stella, utilizando cada um dos parâmetros. Os dados foram ordenados utilizando-se o *Microsoft Excel*. Através do $\Sigma(\text{Probabilidade} \times \text{Lucro})$ encontra-se, no cenário de baixa externalidade e alta variabilidade, um lucro esperado 0,8078 para a empresa A e 0,6814 para a empresa B (TABELA 1). No cenário de baixa externalidade e baixa variabilidade obtém-se um lucro esperado de 0,8012 para a empresa A e 0,6977 para a empresa B (TABELA 2). Em relação ao cenário de alta externalidade e alta variabilidade, o lucro esperado é de 3,0101 para a empresa A e 1,4128 para a empresa B (TABELA 3). No cenário de alta externalidade e baixa variabilidade, os resultados da simulação mostram uma esperança de lucro de 2,5359 para a empresa A e 2,5108 para a empresa B (TABELA 4). Por estarmos trabalhando com dados probabilísticos e utilizando simulações, embora as variáveis externalidades, custo de

manutenção e custo variável sejam iguais entre as empresas A e B, os lucros esperados apresentam uma pequena variação.

TABELA 1
Análise do cenário competitivo de baixa externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,07	0,07	0	0	0,01	0,01	0,26	0,0026
0,01	0,08	0,3	0,003	0,01	0,02	0,28	0,0028
0,02	0,1	0,8	0,016	0,01	0,03	0,29	0,0029
0,02	0,12	0,9	0,018	0,01	0,04	0,32	0,0032
0,01	0,13	0,1	0,001	0,02	0,06	0,33	0,0066
0,01	0,14	0,11	0,0011	0,01	0,07	0,34	0,0034
0,01	0,15	0,12	0,0012	0,01	0,08	0,35	0,0035
0,01	0,16	0,17	0,0017	0,01	0,09	0,4	0,004
0,01	0,17	0,21	0,0021	0,01	0,1	0,41	0,0041
...
0,01	0,96	1,88	0,0188	0,01	0,96	1,07	0,0107
0,01	0,97	2,11	0,0211	0,01	0,97	1,09	0,0109
0,01	0,98	2,12	0,0212	0,01	0,98	1,25	0,0125
0,01	0,99	2,48	0,0248	0,01	0,99	1,28	0,0128
0,01	1	3,1	0,031	0,01	1	1,48	0,0148
Σ			0,8078	Σ			0,6814

Fonte: Autor

TABELA 2
Análise do cenário competitivo de baixa externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,02	0,02	0	0	0,01	0,01	0,35	0,0035
0,01	0,03	0,01	0,0001	0,01	0,02	0,37	0,0037
0,01	0,04	0,08	0,0008	0,01	0,03	0,39	0,0039
0,01	0,05	0,1	0,001	0,01	0,04	0,41	0,0041
0,01	0,06	0,13	0,0013	0,01	0,05	0,42	0,0042
0,02	0,08	0,15	0,003	0,02	0,07	0,43	0,0086
0,01	0,09	0,16	0,0016	0,02	0,09	0,44	0,0088
0,01	0,76	1,05	0,0105	0,05	0,57	0,7	0,035
...
0,01	0,95	1,64	0,0164	0,02	0,96	1,02	0,0204
0,01	0,96	1,77	0,0177	0,01	0,97	1,05	0,0105
0,01	0,97	1,83	0,0183	0,01	0,98	1,13	0,0113
0,01	0,98	1,94	0,0194	0,01	0,99	1,14	0,0114
0,02	1	1,96	0,0392	0,01	1	1,15	0,0115
Σ			0,8012	Σ			0,6977

Fonte: Autor

TABELA 3
Análise do cenário de competição com alta externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,01	0,01	0,15	0,0015	0,14	0,14	0	0
0,01	0,02	0,86	0,0086	0,01	0,15	0,07	0,0007
0,01	0,03	1,02	0,0102	0,01	0,16	0,14	0,0014
0,01	0,04	1,08	0,0108	0,01	0,17	0,16	0,0016
0,01	0,05	1,11	0,0111	0,01	0,18	0,17	0,0017
0,01	0,06	1,12	0,0112	0,01	0,19	0,29	0,0029
0,01	0,07	1,34	0,0134	0,01	0,2	0,45	0,0045
...
0,01	0,93	6,15	0,0615	0,01	0,92	2,9	0,029
0,01	0,94	6,22	0,0622	0,01	0,93	2,92	0,0292
0,01	0,95	6,28	0,0628	0,01	0,94	2,97	0,0297
0,01	0,96	6,86	0,0686	0,01	0,95	3	0,03
0,01	0,97	7,24	0,0724	0,01	0,96	3,01	0,0301
0,01	0,98	7,27	0,0727	0,02	0,98	3,09	0,0618
0,01	0,99	9,42	0,0942	0,01	0,99	3,21	0,0321
0,01	1	9,87	0,0987	0,01	1	3,95	0,0395
Σ			3,0101	Σ			1,4128

Fonte: Autor

TABELA 4
Análise do cenário de competição com alta externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,01	0,01	1,66	0,0166	0,01	0,01	0,91	0,0091
0,01	0,02	1,68	0,0168	0,01	0,02	1,29	0,0129
0,01	0,03	1,72	0,0172	0,01	0,03	1,45	0,0145
0,01	0,04	1,77	0,0177	0,01	0,04	1,55	0,0155
0,01	0,05	1,78	0,0178	0,01	0,05	1,66	0,0166
0,01	0,06	1,84	0,0184	0,01	0,06	1,67	0,0167
0,01	0,07	1,87	0,0187	0,04	0,25	2,1	0,084
0,01	0,08	1,9	0,019	0,01	0,26	2,13	0,0213
...
0,01	0,95	3,46	0,0346	0,01	0,96	3,34	0,0334
0,01	0,96	3,48	0,0348	0,01	0,97	3,53	0,0353
0,02	0,98	3,53	0,0706	0,01	0,98	3,6	0,036
0,01	0,99	3,59	0,0359	0,01	0,99	3,62	0,0362
0,01	1	3,77	0,0377	0,01	1	4,42	0,0442
Σ			2,5359	Σ			2,5108

Fonte: Autor

5.1.2 Cooperação

O modelo de simulação para as Empresas A e B no jogo onde elas cooperarão em P&D, nos cenários de baixa externalidade e baixa variabilidade, baixa externalidade e alta variabilidade, alta externalidade e baixa variabilidade, e alta externalidade e alta variabilidade, apresenta-se da seguinte forma (FIGURA 10):

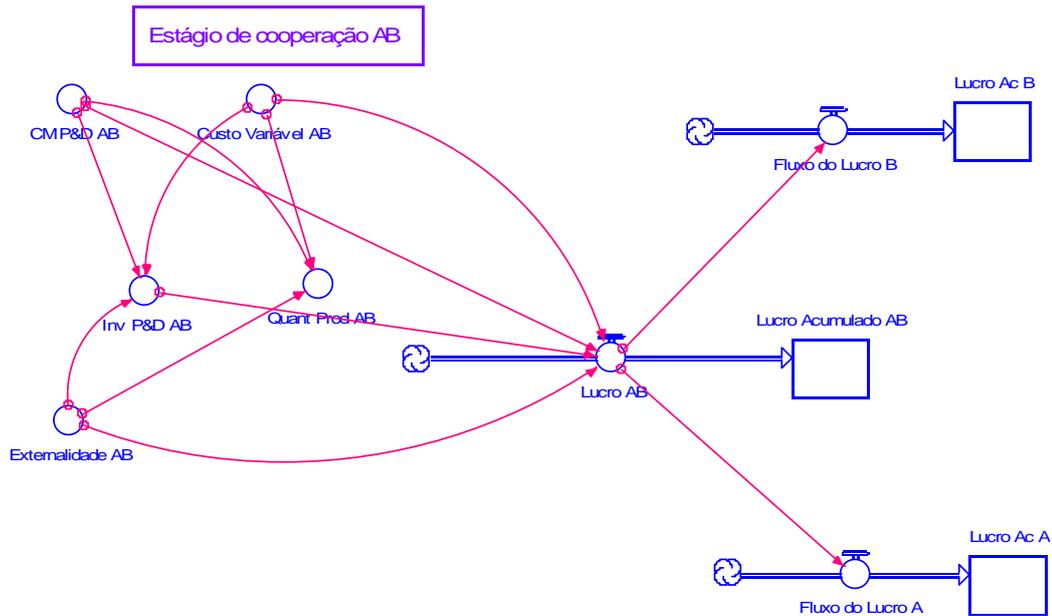


FIGURA 10 – Modelo de simulação no estágio de cooperação
Fonte: Autor

Neste estágio de cooperação as empresas dividem os lucros. O modelo funciona como se fosse apenas uma empresa cooperando nas atividades de P&D. Através da esperança $\Sigma(\text{Probabilidade} \times \text{Lucro})$ encontra-se para o cenário de baixa externalidade e alta variabilidade um lucro de 0,803 para as empresas A e B (TABELA 5), enquanto no cenário de baixa externalidade e baixa variabilidade obtém-se um lucro esperado de 0,7955 (TABELA 6). No cenário de alta externalidade e alta variabilidade o lucro esperado é de 755,1116 (TABELA 7) para as empresas A e B. No cenário de alta externalidade e baixa variabilidade obtém-se um lucro esperado de 7,4437 (TABELA 8).

TABELA 5
Análise do cenário de cooperação com baixa externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Ac.	Lucro AB	Esperança
0,01	0,01	0,64	0,0064
0,01	0,02	0,66	0,0066
0,01	0,03	0,68	0,0068
0,01	0,04	0,69	0,0069
0,02	0,06	0,71	0,0142
0,04	0,1	0,72	0,0288
0,03	0,13	0,73	0,0219
0,09	0,22	0,76	0,0684
...
0,09	0,71	0,83	0,0747
0,06	0,77	0,84	0,0504
0,08	0,85	0,85	0,068
0,02	0,87	0,86	0,0172
0,02	0,89	0,87	0,0174
0,06	0,95	0,88	0,0528
0,03	0,98	0,89	0,0267
0,02	1	0,91	0,0182
Σ			0,803

Fonte: Autor

TABELA 6
Análise do cenário de cooperação com baixa externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Ac.	Lucro AB	Esperança
0,01	0,01	0,64	0,0064
0,01	0,02	0,66	0,0066
0,01	0,03	0,7	0,007
0,03	0,06	0,71	0,0213
0,04	0,1	0,72	0,0288
0,04	0,14	0,73	0,0292
0,06	0,69	0,82	0,0492
...
0,04	0,82	0,84	0,0336
0,03	0,85	0,85	0,0255
0,05	0,9	0,86	0,043
0,04	0,94	0,87	0,0348
0,01	0,95	0,88	0,0088
0,01	0,96	0,89	0,0089
0,04	1	0,9	0,036
Σ			0,7955

Fonte: Autor

TABELA 7
Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro AB	Esperança
0,01	0,01	0,7	0,007
0,01	0,02	0,75	0,0075
0,02	0,04	0,79	0,0158
0,01	0,05	0,8	0,008
0,02	0,07	0,81	0,0162
...
0,01	0,96	1.819,53	18,1953
0,01	0,97	1.968,30	19,683
0,01	0,98	13.925,88	139,2588
0,01	0,99	25.616,49	256,1649
0,01	1	27.009,19	270,0919
Σ			755,1116

Fonte: Autor

TABELA 8
Análise do cenário de cooperação com alta externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro AB	Esperança
0,02	0,02	2,27	0,0454
0,01	0,03	2,41	0,0241
0,01	0,04	2,47	0,0247
0,01	0,05	2,58	0,0258
0,01	0,06	2,63	0,0263
...
0,01	0,96	19,87	0,1987
0,01	0,97	21,91	0,2191
0,01	0,98	24,95	0,2495
0,01	0,99	34,18	0,3418
0,01	1	38,31	0,3831
Σ			7,4437

Fonte: Autor

5.1.3 Coalizão

Neste estágio de cooperação as empresas dividem os lucros. O modelo funciona como se fosse apenas uma empresa cooperando na produção e nas atividades de P&D e na

divisão do lucro. Os modelos apresentados de equilíbrio e o de coalizão total são aparentemente iguais, a diferença está na equação (D' ASPREMONT e JACQEMIN, 1988). Foram realizadas 100 simulações no software Stella e os dados foram tratados utilizando o *software* Microsoft Excel, apresentado pela FIGURA 11.

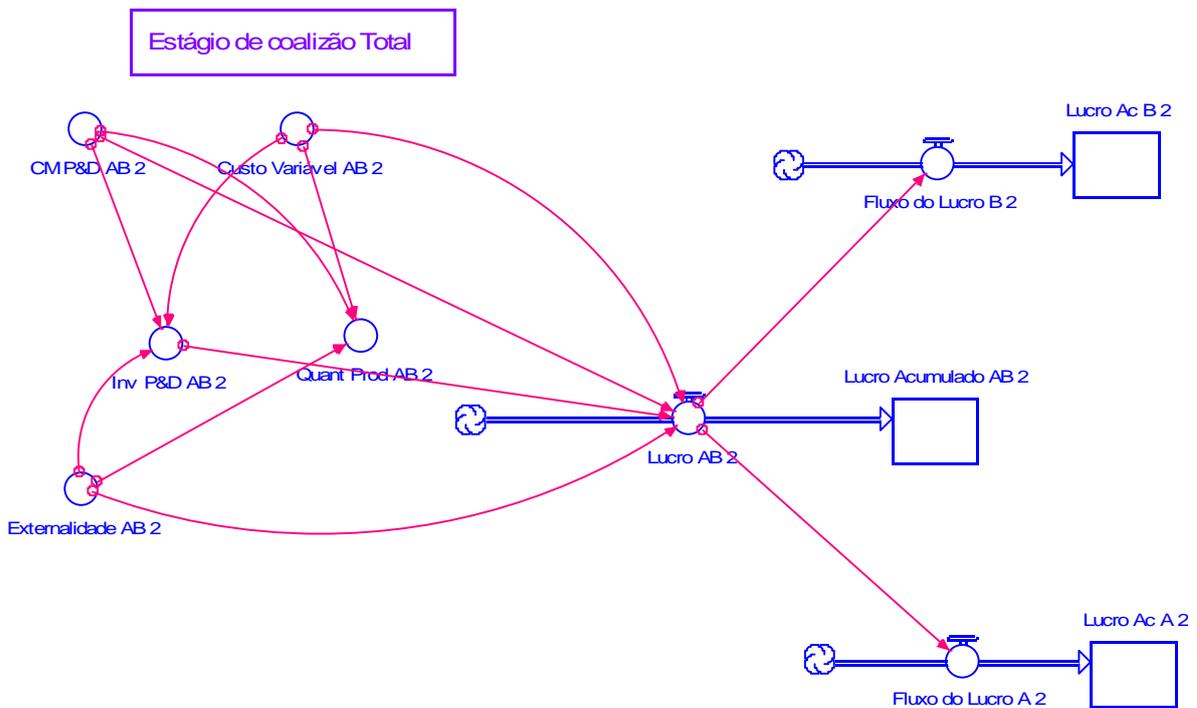


FIGURA 11 – Modelo de simulação no estágio de coalizão
Fonte: Autor

Através da esperança $\sum(\text{Probabilidade} \times \text{Lucro})$ encontra-se para o cenário de baixa externalidade e alta variabilidade um lucro de 3,39 para as empresas A e B (TABELA 9). No cenário de baixa externalidade e baixa variabilidade é obtido um lucro esperado de 3,25 (TABELA 10). Para o cenário de alta externalidade e alta variabilidade encontra-se um lucro de 17,7577 para as empresas A e B (TABELA 11). No cenário de alta externalidade e baixa variabilidade obtém-se um lucro esperado de 33,80 (TABELA 12).

TABELA 9
Análise do cenário de coalizão com baixa externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,01	0,01	1,72	0,0172
0,01	0,02	1,98	0,0198
0,01	0,03	2,15	0,0215
0,01	0,04	2,19	0,0219
0,01	0,05	2,29	0,0229
0,01	0,06	2,35	0,0235
0,01	0,07	1,72	0,0172
...
0,01	0,94	4,5	0,045
0,01	0,95	4,68	0,0468
0,01	0,96	4,97	0,0497
0,01	0,97	5,05	0,0505
0,01	0,98	5,15	0,0515
0,01	0,99	5,43	0,0543
0,01	1	4,5	0,045
Σ			3,39

Fonte: Autor

TABELA 10
Análise do cenário de coalizão com baixa externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,01	0,01	1,41	0,0141
0,01	0,02	1,49	0,0149
0,01	0,03	1,87	0,0187
0,01	0,04	1,88	0,0188
0,01	0,05	1,94	0,0194
0,01	0,06	1,97	0,0197
0,01	0,07	2,05	0,0205
...
0,01	0,94	4,43	0,0443
0,01	0,95	4,54	0,0454
0,01	0,96	4,66	0,0466
0,01	0,97	4,87	0,0487
0,01	0,98	4,93	0,0493
0,01	0,99	5,46	0,0546
0,01	1	5,51	0,0551
Σ			3,25

Fonte: Autor

TABELA 11
Análise do cenário de coalizão com alta externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,49	0,49	0	0
0,01	0,5	2,1	0,021
0,01	0,51	2,16	0,0216
0,01	0,52	2,61	0,0261
0,01	0,53	2,93	0,0293
0,01	0,54	2,94	0,0294
0,01	0,55	2,97	0,0297
...
0,01	0,94	25,4	0,254
0,01	0,95	25,95	0,2595
0,01	0,96	30,87	0,3087
0,01	0,97	32,27	0,3227
0,01	0,98	36,78	0,3678
0,01	0,99	39,69	0,3969
0,01	1	1.236,05	12,3605
Σ			17,7577

Fonte: Autor

TABELA 12
Análise do cenário de coalizão com alta externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B	Esperança
0,01	0,01	0	0
0,01	0,02	7,23	0,0723
0,01	0,03	7,84	0,0784
0,01	0,04	10,56	0,1056
0,01	0,05	11,06	0,1106
0,01	0,06	12,08	0,1208
0,01	0,07	12,26	0,1226
...
0,01	0,94	85,62	0,8562
0,01	0,95	94,27	0,9427
0,01	0,96	95,84	0,9584
0,01	0,97	117,1	1,171
0,01	0,98	129,49	1,2949
0,01	0,99	140,37	1,4037
0,01	1	286,82	2,8682
Σ			33,80

Fonte: Autor

5.1.4 Traição x Cooperação

O modelo a seguir representa o estágio do jogo onde uma empresa coopera esperando a cooperação da outra empresa, que, sabendo da ação do outro jogador, adota a estratégia de traição.

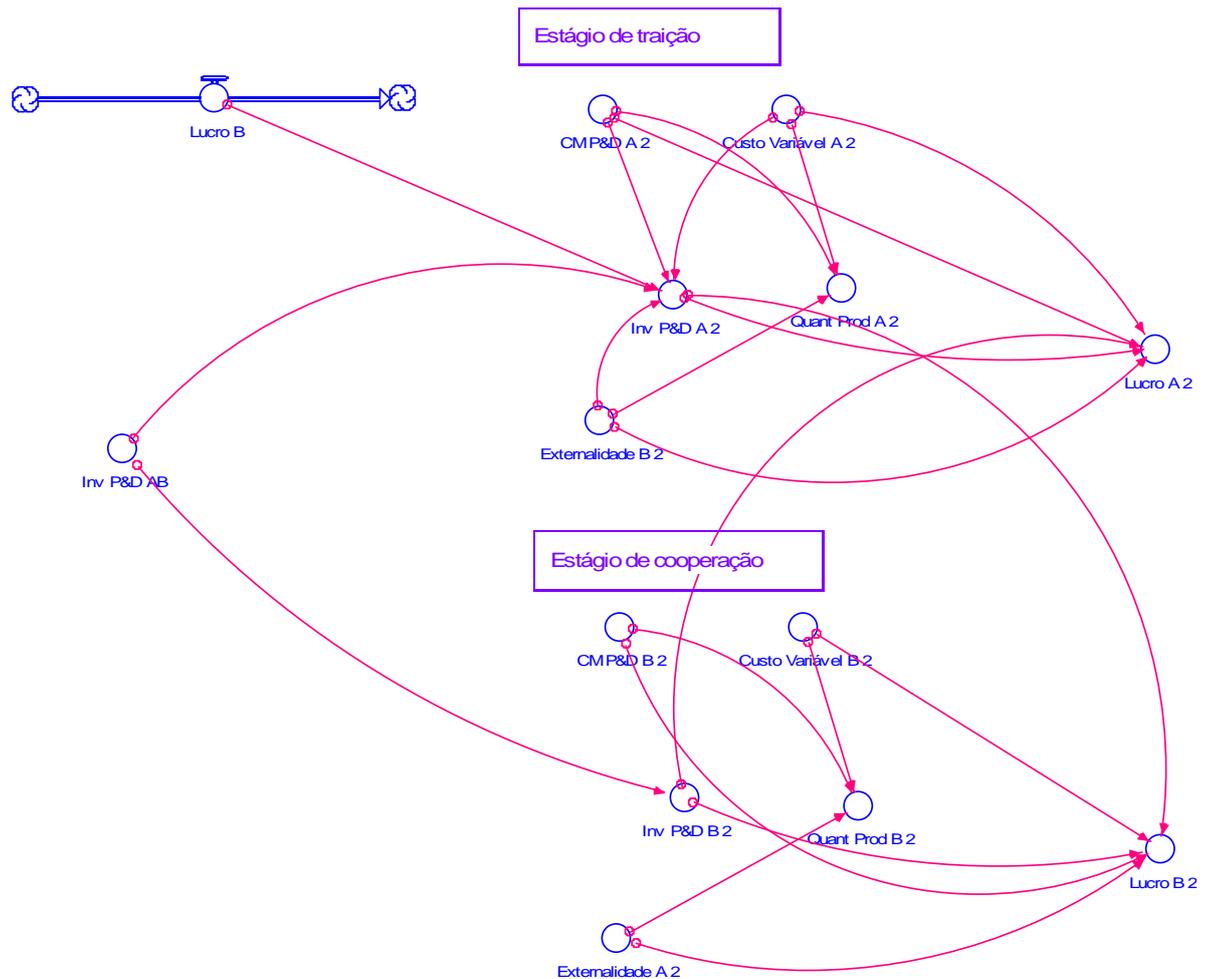


FIGURA 12 – Modelo de simulação no estágio de traição e cooperação
Fonte: Autor

Foram realizadas 100 simulações no software Stella. No cenário baixa externalidade e alta variabilidade, o lucro esperado da empresa A (traidora) é de 1,4218 enquanto a esperança de lucro da empresa B (cooperadora) é 1,3468 (TABELA 13). O cálculo da esperança, realizado através do *Microsoft Excel* em um cenário de baixa externalidade e alta variabilidade e definido pelo $\sum(\text{Probabilidade} \times \text{Lucro})$, encontra um valor de 1,4608 para a empresa A, enquanto na empresa B o valor encontrado é de 1,3452 (TABELA

14). No cenário de alta variabilidade, o lucro esperado (empresa A) é de -21.813,7537, enquanto a esperança de lucro da empresa B é 27.425,5677 (TABELA 15). No cenário de alta externalidade e baixa variabilidade, o lucro esperado é de 11,88 para a empresa A e -7,33 para a empresa B (TABELA 16).

TABELA 13
Análise do cenário de traição x cooperação com baixa externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A 2	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B 2	Esperança
0,01	0,01	0,45	0,0045	0,01	0,01	0,49	0,0049
0,01	0,02	0,6	0,006	0,01	0,02	0,75	0,0075
0,01	0,03	0,64	0,0064	0,01	0,03	0,77	0,0077
0,01	0,04	0,67	0,0067	0,01	0,04	0,78	0,0078
...
0,01	0,97	2,55	0,0255	0,01	0,97	2,15	0,0215
0,01	0,98	2,62	0,0262	0,01	0,98	2,16	0,0216
0,01	0,99	2,81	0,0281	0,01	0,99	2,2	0,022
0,01	1	2,94	0,0294	0,01	1	2,31	0,0231
Σ			1,4218	Σ			1,3468

Fonte: Autor

TABELA 14
Análise do cenário de traição x cooperação com baixa externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A 2	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B 2	Esperança
0,01	0,01	0,49	0,00	0,01	0,01	0,57	0,01
0,01	0,02	0,54	0,0054	0,01	0,02	0,58	0,01
0,01	0,03	0,61	0,0061	0,01	0,03	0,68	0,01
0,01	0,04	0,65	0,0065	0,01	0,04	0,76	0,01
...
0,01	0,96	2,12	0,0212	0,01	0,97	2,07	0,02
0,01	0,97	2,14	0,0214	0,01	0,98	2,09	0,02
0,02	0,99	2,2	0,044	0,01	0,99	2,11	0,02
0,01	1	2,38	0,0238	0,01	1	2,18	0,02
Σ			1,4608	Σ			1,3452

Fonte: Autor

TABELA 15
Análise do cenário de traição x cooperação com alta externalidade e alta variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A 2	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B 2	Esperança
0,01	0,01	-1.175.645,32	-11756,453	0,01	0,01	-36.795,12	-367,9512
0,01	0,02	-822.255,45	-8222,5545	0,01	0,02	-5.954,89	-59,5489
0,01	0,03	-187.217,16	-1872,1716	0,01	0,03	-2.072,03	-20,7203
0,01	0,04	-4.108,20	-41,082	0,01	0,04	-764	-7,64
0,01	0,05	-2.909,30	-29,093	0,01	0,05	-419,88	-4,1988
0,01	0,06	-2.494,60	-24,946	0,01	0,06	-226,67	-2,2667
0,01	0,07	-2.322,18	-23,2218	0,01	0,07	-171,09	-1,7109
...
0,01	0,94	102,75	1,0275	0,01	0,94	214,24	2,1424
0,01	0,95	153,97	1,5397	0,01	0,95	265,38	2,6538
0,01	0,96	184,48	1,8448	0,01	0,96	660,82	6,6082
0,01	0,97	572,62	5,7262	0,01	0,97	3.408,43	34,0843
0,01	0,98	636,87	6,3687	0,01	0,98	506.388,47	5063,8847
0,01	0,99	1.328,94	13,2894	0,01	0,99	728.678,96	7286,7896
0,01	1	18.886,42	188,8642	0,01	1	1.548.784,48	15487,845
Σ			-21.813,7537	Σ			27.425,5677

Fonte: Autor

TABELA 16
Análise do cenário de traição x cooperação com alta externalidade e baixa variabilidade

Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro A 2	Esperança	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Lucro B 2	Esperança
0,01	0,01	5,71	0,0571	0,01	0,01	-46,71	-0,4671
0,01	0,02	5,72	0,0572	0,01	0,02	-44,45	-0,4445
0,01	0,03	6,12	0,0612	0,01	0,03	-29,6	-0,296
0,01	0,04	6,13	0,0613	0,01	0,04	-25,36	-0,2536
0,01	0,05	6,53	0,0653	0,01	0,05	-25,17	-0,2517
0,01	0,06	6,55	0,0655	0,01	0,06	-22,82	-0,2282
...
0,01	0,94	20,59	0,2059	0,01	0,94	-1,01	-0,0101
0,01	0,95	20,9	0,209	0,01	0,95	-0,81	-0,0081
0,01	0,96	24,41	0,2441	0,01	0,96	-0,79	-0,0079
0,01	0,97	24,6	0,246	0,01	0,97	-0,7	-0,007
0,01	0,98	24,87	0,2487	0,01	0,98	-0,64	-0,0064
0,01	0,99	25,91	0,2591	0,01	0,99	-0,33	-0,0033
0,01	1	29,89	0,2989	0,01	1	0,04	0,0004
Σ			11,88	Σ			-7,33

Fonte: Autor

Em um cenário de baixa externalidade e baixa variabilidade, a evolução do investimento em P&D (x_a) da firma traidora, demonstrado pelo GRÁFICO 8, apresenta uma média de 1,077, enquanto o investimento em P&D (x_b) da firma que coopera (GRÁFICO 9) apresenta uma média de 1,026.

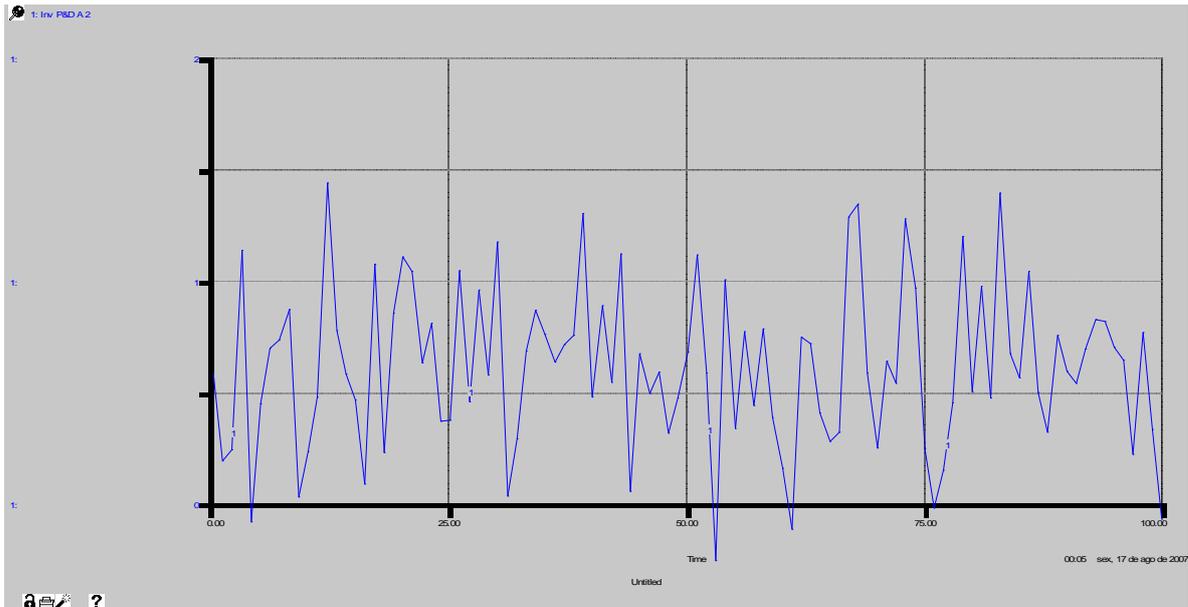


GRÁFICO 8 – Evolução do investimento em P&D da firma traidora
Fonte: Autor

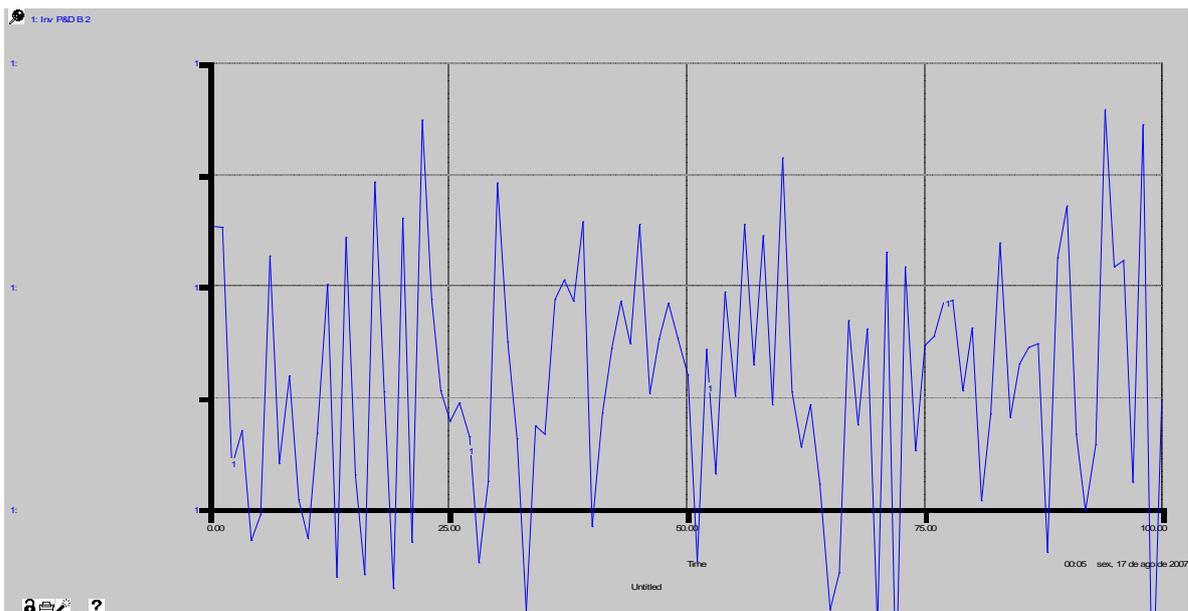


GRÁFICO 9 – Evolução do investimento em P&D da firma cooperadora
Fonte: Autor

Em um cenário de alta externalidade e baixa variabilidade, a evolução do investimento em P&D (x_a) da firma traidora, demonstrada pelo GRÁFICO 10, apresenta uma média de 3,2933, enquanto o investimento em P&D (x_b) da firma que coopera (GRÁFICO 11) apresenta uma média de 7,3273.

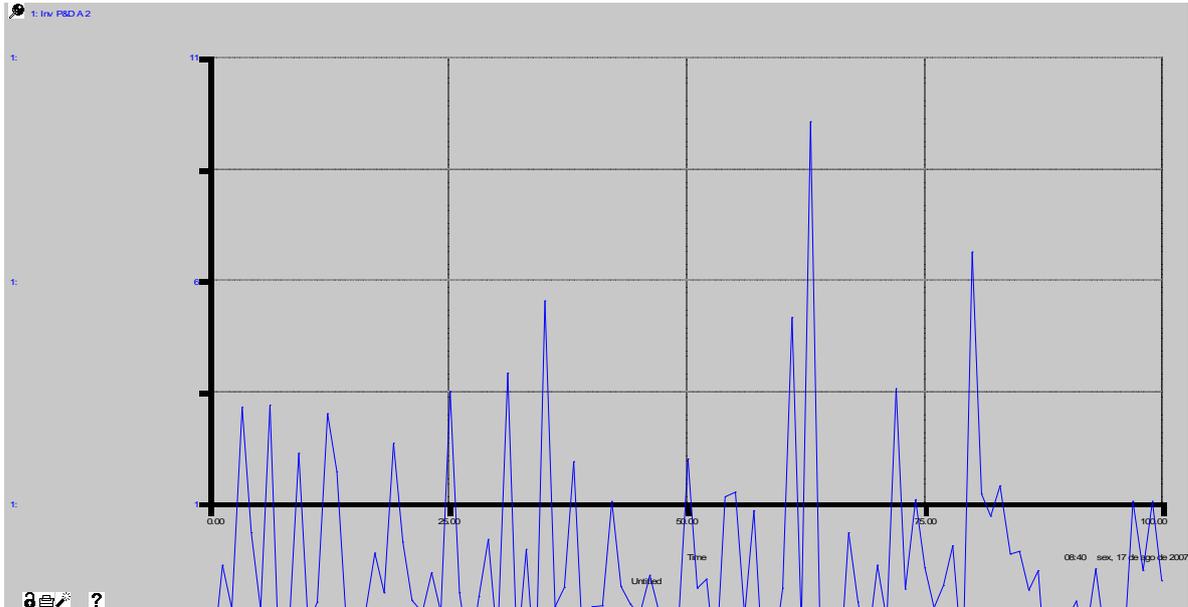


GRÁFICO 10 – Evolução do investimento em P&D da firma traidora
Fonte: Autor

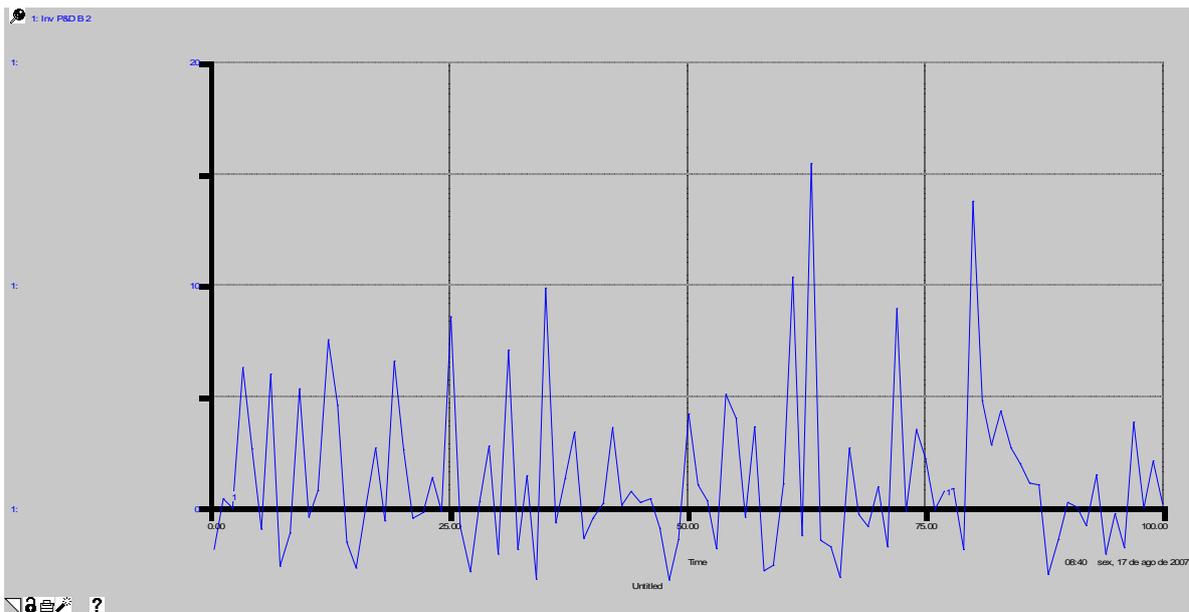


GRÁFICO 11 – Evolução do investimento em P&D da firma que coopera
Fonte: Autor

Percebe-se, no cenário de alta externalidade e baixa variabilidade, que a firma que coopera tem um investimento maior em P&D (7,3273) que a firma traidora (3,2933) e que essa relação é inversamente proporcional em relação ao lucro, pois verifica-se um prejuízo (-7,33) para a firma que coopera, a par de um lucro de 11,88 para a firma que trai, resultados explicados pela apropriação dos investimentos da firma que coopera pela firma traidora (*free-rider*).

A partir dos resultados encontrados pela simulação, delineiam-se duas matrizes de ganhos (baixa externalidade com baixa variabilidade e baixa externalidade com alta variabilidade), representadas, respectivamente, pelas matrizes de *payoff*.

A matriz de *payoff* indica três equilíbrios em estratégias mistas, para os dois cenários: quando elas cooperam mutuamente, quando a empresa A coopera e a empresa B compete, e quando a empresa A compete e a empresa B coopera. Ou seja, os gestores somente encontrariam incentivos para adotar outra estratégia através da competição mútua.

		<i>Empresa B</i>	
		<i>Coopera em P&D</i>	<i>Não coopera em P&D</i>
<i>Empresa A</i>	<i>Coopera em P&D</i>	0,7955 ; 0,7955	1,3452 ; 1,4608
	<i>Não coopera em P&D</i>	1,4608 ; 1,3452	0,8012 ; 0,6977

		<i>Empresa B</i>	
		<i>Coopera em P&D</i>	<i>Não coopera em P&D</i>
<i>Empresa A</i>	<i>Coopera em P&D</i>	0,803 ; 0,803	1,3468 ; 1,4218
	<i>Não coopera em P&D</i>	1,4218 ; 1,3468	0,8078 ; 0,6814

A partir dos resultados encontrados pela simulação, desenvolvem-se duas outras matrizes de ganhos (alta externalidade com baixa variabilidade e alta externalidade com alta variabilidade), representadas, respectivamente, pelas matrizes a seguir.

Analisando o jogo nos cenários de alta externalidade, percebe-se que o equilíbrio ocorre quando as empresas decidem cooperar. Em um cenário de alta variabilidade, verifica-

se que a escolha estratégica de cooperar em P&D potencializa o lucro ou prejuízo das empresas.

<i>Empresa A</i>		<i>Empresa B</i>	
		<i>Coopera em P&D</i>	<i>Não coopera em P&D</i>
<i>Coopera em P&D</i>	7,4437 ; 7,4437	-7,33 ; 11,88	
<i>Não coopera em P&D</i>	11,88 ; -7,33	2,5359 ; 2,5108	

A alta externalidade associada a alta variabilidade torna o cenário de alto risco, a ponto de representar o insucesso do negócio, como verificado na matriz a seguir, em que a empresa que decide cooperar e é traída pela parceira apresenta um prejuízo proporcionalmente grande em relação aos ganhos decorrentes de outras escolhas.

<i>Empresa A</i>		<i>Empresa B</i>	
		<i>Coopera em P&D</i>	<i>Não coopera em P&D</i>
<i>Coopera em P&D</i>	755,1116 ; 755,1116	27.425,5677;-21.813,7537	
<i>Não coopera em P&D</i>	-21.813,7537;27.425,5677	3,0101 ; 1,4128	

5.2 Os Riscos Associados ao Instituto Titan

Considerando Hitt (2005), quando afirma que, em cenários sujeito a mudanças, as empresas utilizam estratégias cooperativas, verifica-se, por meio da simulação, que em cenários de alta externalidade e alta variabilidade o equilíbrio ocorre quando as empresas adotam estratégias cooperativas.

A variabilidade do setor está presente em diversos aspectos, como desvelado na entrevista com o gestor do instituto, quando se refere à possibilidade de grandes empresas mundiais de TIC se instalarem no Ceará. “(...) uma vertente de risco é a questão do ataque que poderiam sofrer as empresas cearenses por empresas de fora, (...) hoje o Ceará é bastante

competitivo, tem pessoas de qualidade, a um preço razoável, e assim é capaz de produzir produtos e serviços que têm competitividade internacional e nacional e assim as PME conseguem sobreviver e crescer a uma taxa de 22 % em média ao ano. Hoje, com o crescimento global de TIC, o que começa a acontecer é que algumas das grandes empresas mundiais e o mercado *off shore* começam a se transferir para os países emergentes, em particular para o Brasil, e encontram no Nordeste uma possibilidade de fato de crescer, e aí nós poderemos ter uma competitividade junto às empresas. A perda de recursos humanos poderá afetar efetivamente o desempenho delas”.

A variabilidade do setor de TIC também está presente em aspectos internos ao Instituto, preocupação mostrada pelo gestor quando afirma que “sob o ponto de vista da questão política, eu diria que o risco do Instituto Titan é não conseguir aglutinar o esforço das 20 maiores empresas, pois ao contemplar sobre esse esforço se alcança todo o cenário de empresas do setor de TIC. Essas 20 empresas estão operando sobre as 8 atividades principais que compõem o APL de toda a cadeia produtiva na área de TIC e elas operam de forma sinérgica e uma eventual disputa entre elas poderia colocar em risco o próprio Instituto”.

Outro fator de variabilidade do setor são as externalidades, que são favorecidas quando não há contrapartidas ou quando há baixa contrapartida financeira das empresas e os recursos não são reembolsáveis, como analisa o gestor do Instituto: “há uma percepção hoje da importância, há um investimento constante e elevado no desenvolvimento de novos produtos e de novos processos das empresas e elas aprendem aos poucos a fazer esse risco de investimento compartilhado com o Governo através dos agentes financiadores que são conhecidos”.

As leis que protegem os pesquisadores também são fatores que contribuem para a variabilidade do setor, como constatado por Carraro (1997) e enfatizado pelo gestor do Instituto Titan, quando afirma que “não temos uma cultura de proteção, os registros de patente são caros e demorados, efetivamente complexos, enfim, se há um ponto que o Brasil precisa se preocupar e melhorar no que tange a inovação é sem dúvida a questão da propriedade intelectual, autoral, industrial e produtos e na área de TI (...) enfim, ainda, penso eu, temos que percorrer algum chão, sanar todas as dúvidas, pacificar o processo que existe da questão de investimentos que são feitos na área de P&D e suas efetivas patentes e registros de inovação”.

Corroborando com Prahalad (2004), ao afirmar que a colaboração entre empresas é um fator de distribuição do risco, pois o acesso ao conhecimento de outras empresas a baixo custo (ou nenhum) facilita a multiplicidade de experimentos, o gestor do Instituto aponta impostos, gastos com energia e gastos com telefonia como os principais insumos em P&D: “no Estado do Ceará nos temos dois problemas que nos colocam em uma situação muito desconfortável. Primeiro são os insumos básicos da produção de TI, energia e telefone. No Ceará esses produtos são considerados supérfluos e nós pagamos talvez a maior taxa de imposto de ICMS do país (...) outro fator que nos deixa bastante desconfortáveis é que uma lei federal entende que o software é serviço, portanto, só incide ISS e, assim sendo, seria tarifado somente a nível de prefeitura, mas o Estado entende que às vezes o software pode ser considerado como produto, e essa dualidade tem feito com que as empresas ou paguem ICMS e ISS ou eventualmente estejam correndo o risco de estar sendo inadimplentes sob o ponto de vista das arrecadações públicas municipais, federais e estaduais”.

5.3 O Processo de Cooperação e Competição em P&D

Através da análise dos cenários dos jogos simulados (baixa externalidade e baixa variabilidade, baixa externalidade e alta variabilidade, alta externalidade e baixa variabilidade, alta externalidade e alta variabilidade), verificou-se que no cenário de baixa externalidade, a alta variabilidade não influencia em grandes proporções os resultados das empresas, sendo no cenário de alta externalidade onde se verifica uma necessidade maior de adotar estratégias de cooperação.

Corroborando com Hitt (2005), Prahalad (2004) e Zawilask (1997), quanto à utilização da cooperação tecnológica como um redutor das dificuldades das PME devido aos altos custos de produção e à concorrência das grandes empresas, o gestor do Instituto Titan aponta duas formas de cooperação bem-sucedida: “primeiro, através do provimento das contrapartidas, não só as contrapartidas econômicas e financeiras, mas as contrapartidas em competência. No momento em que todo esse projeto exige que sejam colocadas contrapartidas financeiras, a divisão desse custo de contrapartida das empresas facilita perfeitamente a possibilidade de qualificação do projeto. A segunda é a junção das competências, que permite melhor qualificação dos projetos; então, nós podemos juntar uma empresa que tem alta capacidade e conhecimento na área de imagem a uma outra que tem capacidade e

conhecimento, por exemplo, na área da camada física e produzir, com isso, tecnologias que podem ser aplicadas na área de trânsito. São exemplos de competências conjuntas, que terminam sendo contempladas com recursos do FINEP e o risco da contrapartida fica diluído entre as empresas que estão participando”.

Evidenciando Zawislak (1997) quanto aos benefícios de uma cooperação bem sucedida no sentido de que proporciona uma redução dos prazos de maturação de projetos, um nítido aumento de sinergia e de complementaridade, bem como um acesso mais amplo a diferentes mercados, as empresas associadas ao Titan procuram “emprestar competência. No momento em que os associados atuam em sinergia nós conseguimos atender grandes demandas, como é o caso da demanda do Governo do Estado do Ceará, que, individualmente, nenhuma dessas empresas conseguiria atender. Então, a sinergia é o principal fruto do processo de captação de massa crítica de experiência e competências que o Titan desenvolve”.

A *survey* realizada constatou a intenção dos associados em adotar estratégias cooperativas. Com efeito, no triênio 2004/2006, 87% das empresas do setor de TIC no Ceará adotaram alguma atividade cooperativa formal ou informal, sendo os institutos de pesquisa apontados por 43,5% dos pesquisados como de alta importância para o sucesso da parceria. A cooperação para desenvolver novos produtos e/ou processos é percebida por 55% dos respondentes como de alta importância, sendo, portanto, o principal responsável pela adoção de estratégias cooperativas no setor de TIC cearense.

A pesquisa mostrou ainda a intenção das empresas de TIC cearenses em desenvolver parcerias com empresas dentro do Instituto, devendo essa cooperação verificar-se principalmente na aquisição de insumos necessários à produção.

5.4 O Investimento em P&D e a Existência de Externalidades

Na simulação percebe-se, com maior clareza, que a melhor resposta para as empresas em relação a investimentos em P&D é a adoção de estratégias cooperativas, sendo essa situação melhor percebida quando existe um alto grau de externalidade.

A entrevista revela a estratégia do setor privado de TIC cearense em investimentos em P&D: “hoje agimos através do Instituto de Tecnologia da Informação (INSOFT), (...) e desenvolvemos um projeto de um parque tecnológico no Eusébio, onde se imagina abrigar 80 empresas (...) Há um investimento constante e elevado no desenvolvimento de novos produtos e de novos processos das empresas e elas aprendem aos poucos a fazer esse risco de investimento compartilhado com o Governo através dos agentes financiadores que são conhecidos”.

A pesquisa realizada no setor indicou como acertada a estratégia de investimento em P&D adotada pelas empresas de TIC, pois mostrou que, em 2006, a inovação de produtos e/ou processos contribuiu significativamente para o faturamento das empresas, proporcionando um incremento dessas receitas em até 25%. Em relação aos gastos com pesquisa, no ano passado esses dispêndios representaram um percentual entre 10% e 20% do faturamento para 12,5% das empresas respondentes que investiram em pesquisa. Os gastos com desenvolvimento representaram um percentual entre 16% e 20% do faturamento para 18,8% das empresas respondentes que investiram no desenvolvimento de novos produtos e/ou processos no ano de 2006.

Verifica-se uma disposição de investir em P&D, principalmente na aquisição de equipamentos necessários a melhorias tecnológicas de produtos/processos ou associados aos novos produtos/processos.

Analisando Garcias (2001), que trata da existência do comportamento oportunista dos agentes e do problema do *free-rider* como um fator restritivo à cooperação entre empresas, a pesquisa mostrou que 87% dos pesquisados desenvolvem ocasionalmente ou rotineiramente pesquisas dentro da empresa, enquanto 13% compram pesquisas de terceiros ou necessitam do transbordamento destas informações, sendo, portanto, potenciais *free-riders*.

Conclusão

Dentro de uma economia com um grau crescente de competitividade e com os mercados de TIC cada vez mais sofisticados, empresas de todo o mundo cooperam na pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos/serviços que lhes proporcionarão uma vantagem competitiva.

Inerentes ao processo de cooperação, dois fatores influenciam diretamente as decisões dos gestores na adoção de suas estratégias colaborativas: o risco de traição na adoção de estratégias cooperativas, causado pelas assimetrias de informações, e a variabilidade das externalidades.

Considerando o objetivo da pesquisa de analisar as decisões das empresas de TIC no Ceará quanto à realização de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D e considerando a possibilidade da geração de externalidades, conclui-se que a variabilidade é um fator a ser considerado neste estudo, mais especificamente em cenários de alta externalidade, pois a traição em uma parceria pode representar um lucro extraordinário para a empresa traidora e um prejuízo financeiro para a firma que coopera.

A hipótese sugerida, de que adotar estratégias cooperativas torna-se a opção mais racional devido à eliminação de possíveis *free-riders*, à minimização dos gastos individuais em P&D e à maximização dos ganhos, foi comprovada pela pesquisa (*survey*, entrevista e simulação).

Fazendo uma analogia com o dilema dos prisioneiros, no cenário de alta externalidade e alta variabilidade, observa-se que a melhor opção parece ser a cooperação mútua, mas devido ao risco de traição por uma das empresas, que traria grandes perdas para a empresa bem intencionada, as empresas podem optar por não adotar estratégias cooperativas.

As empresas associadas ao Instituto Titan adotam estratégias de cooperação e inovam seus produtos e processos através de investimentos em P&D. Estas empresas se uniram em torno de um grupo organizado, com objetivos claros de proporcionar simetrias de

informações entre os participantes, garantir a intenção estratégica dos participantes e reduzir o custo de P&D, desta forma contribuindo para o sucesso dos objetivos individuais e do grupo.

Referências Bibliográficas

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona Edições, 1977.

BASTOS, Valéria Delgado. **Incentivo à inovação**: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto a grandes empresas. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 11, n. 21, p. 107-138, jun. 2004.

BEUREN, Ilse Maria et al. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2003.

CARDOZO, Carlos M. F. **Operação de sistemas hidroelétricos em ambiente competitivo**: Uma abordagem da gestão empresarial via simulação estocástica e dinâmica de sistemas; Tese de Doutorado (CPGEE/UFSC), Florianópolis, 2000.

CARRARO, André. **O investimento em P&D e o uso das patentes**: uma abordagem por meio da teoria dos jogos. 1997. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

Centro de Pesquisa Renato Archer. Available from World Wide Web <<http://www.cenpra.gov.br/>>. Acesso em: 24 nov. 2006.

CHATERJEE, Sayan. **Estratégia a prova de falhas**: como lucrar e crescer correndo riscos que outros evitam. Trad. Eliane P. Zanith Brito. Porto Alegre: Bookman, 2006.

D'ASPREMONT, Claude; JACQUEMIN, Alexis. **Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers**. American Economic Review, vol.78, n.5, p. 1133-1137, dezembro 1988.

DIXT, Avinash K.; NALEBUFF, Barry J. **Pensando estrategicamente**. a vantagem competitiva nos negócios na política e no dia a dia. São Paulo: Atlas, 1994.

DAS, T. K.; TENG, Bing-Sheng. **Instabilities of strategic alliances**. An internal tensions perspective. Organization Sciences. Vol.11, n.1, p. 77 a 101. jan/fev 2000.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FIANI, Ronaldo. **Teoria dos jogos: para cursos de administração e economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

FILHO, João Batista. **Simulação dinâmica de modelos operacionais com enfoque aplicado à engenharia de projetos**. 2001. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

FREEMAN, Edward R. **Strategic Management – A Stakeholder approach**. London: Pitman Publishing, 1984.

GARCIAS, Paulo Mello. **A lógica de formação de grupos e aliança estratégica de empresas**. Tuiuti, Curitiba - Paraná, v. 1, p. 51-78, 2001.

GHEMAWAT, Pankaj. **A estratégia e o cenário dos negócios: textos e casos**. Trad. Nivaldo Montogelli Jr. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GIBBONS, Robert. **Game Theory for Applied Economists**. Princeton University Press, 1992.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GUERREIRO, Ramos A. **A problemática da realidade brasileira. Administração e estratégia de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: FGV, 1966.

HENRIQUES, Irene. **Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Comment**. American Economic Review, vol. 80, n.3, p. 638-640, junho 1990.

HITT, Michael A. **Administração estratégica: competitividade e globalização**. São Paulo: Pioneira, 2005.

Instituto de Tecnologia da Informação. Available from World Wide Web <<http://www.insoft.softex.br>>. Acesso em: 16 nov. 2006.

Instituto Titan. Available from World Wide Web <<http://www.institutotitan.org.br>>. Acesso em: 16 nov. 2006.

LEWIS, Jordan D. **Alianças estratégicas**: estruturando e administrando parcerias para o aumento da lucratividade. Trad. Nivaldo Montogelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1992.

LUSTOSA, Paulo Roberto Barbosa; PONTE, Vera Maria R.; DOMINAS, Walter R. Simulação In: CORRAR, Luiz J.; TEÓFILO, Carlos R. **Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração**: contabilometria. São Paulo: Atlas, 2004.

McGuian, James K. et al. **Economia de empresas**. Aplicações, estratégias e táticas. São Paulo: Thompson Learning, 2004.

Modelos em ciências. Available from World Wide Web <<http://www.modelciencias.furg.br/bin/ferramentas/quant/stella.php>>. Acesso em 12 de agosto de 2007.

NALEBUFF, Barry; BRANDENBURGER, Adam. **Coopetição**. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2006. Coordenação executiva e editorial Mariana Balboni. São Paulo : Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2007.

PRAHALAD e HAMEL. Harvard Business School. Management Productions. **The power of ideas at work**. 1995. 1 fita de vídeo (60 min), VHS, cor.

PRAHALAD, C. K. **O futuro da competição: como desenvolver diferenciais inovadores em parceria com os clientes**. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. Trad. Eleutério Prado. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

POSSAS, Mário Luiz. **Elementos para uma integração micro-macrodinâmica na teoria do desenvolvimento econômico**. Revista Brasileira de Inovação. Vol. 1, Ano 1, Janeiro/Junho 2002.

SARTINI et al. **Uma introdução a teoria dos jogos**. In: 2ª Bienal da SBM. Salvador, Bahia, 1996.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação

sobre lucros, capitais, crédito, juro e o ciclo econômico. Introdução de Rubens Vaz da Costa; Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Abril Cultura, 1982.

SROUR, Robert Henry. **Poder, cultura e ética nas organizações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

ZAWISLAK, Paulo A. **Reflexões a respeito de fazer cooperação tecnológica**. In: Anais do 20º ENANPAD, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Vol. Ciência e Tecnologia, p. 251-270, 1996.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Anexos



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO – CMAAd

Fortaleza, 08 de julho de 2007.

Prezado(a) Senhor(a),

O Mestrado Acadêmico em Administração (CMAAd) da Universidade Estadual do Ceará (UECE) desenvolve estudos acadêmicos em Pequenas e Médias Empresas Cearenses visando contribuir para o entendimento do comportamento estratégico dos diversos agentes. Atualmente o mestrando Rodrigo Santos de Melo desenvolve uma pesquisa sobre as decisões de investimentos em P&D nas Empresas Cearenses de Tecnologia da Informação.

O presente questionário visa coletar os dados das Empresas associadas ao Instituto Titan sobre as decisões de investimento das Empresas de Tecnologia da Informação. Todas as informações obtidas serão utilizadas para fins exclusivamente acadêmicos e os respondentes serão mantidos em sigilo. Caso seja de seu interesse, os resultados da pesquisa estarão a sua disposição após a conclusão do trabalho.

Certos de sua indispensável colaboração, apresentamos-lhe, antecipadamente, nossos agradecimentos.

Prof. Samuel Façanha Câmara

Coordenador do CMAAd

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO

O questionário é de fácil e rápido preenchimento, basta seguir as instruções contidas no seu interior. Leia com atenção cada questão formulada. Não há resposta certa ou errada. Ao expressar sua opinião, leve em conta a sua experiência no setor de TI. Após ter respondido à última questão, faça uma revisão e verifique se todas as questões foram respondidas.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO - CMAAd
QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE ARRANJOS
PRODUTIVOS LOCAIS

I - IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA:

1. Razão Social: _____

4. Tamanho:

<input type="checkbox"/> 1.	Micro
<input type="checkbox"/> 2.	Pequena
<input type="checkbox"/> 3	Média
<input type="checkbox"/> 4	Grande

II. PRODUÇÃO, MERCADOS E EMPREGO.

5. Qual foi o percentual de variação do lucro da empresa em

2003 – 2004: _____

2004 – 2005: _____

2005 – 2006: _____

III. INOVAÇÃO, COOPERAÇÃO E APRENDIZADO

1. Qual a ação da sua empresa **no período entre 2004 a 2006**, quanto à **introdução de inovações**? Informe as principais características conforme listado abaixo.

Descrição	1. Sim	2. Não
Inovações de produto		
Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?	(1)	(2)
Produto novo para o mercado nacional?	(1)	(2)
Produto novo para o mercado internacional?	(1)	(2)

Inovações de processo		
Processos tecnológicos novos para sua empresa, mas já existentes no setor?	(1)	(2)
Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?	(1)	(2)
Outros tipos de inovação		
Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)?	(1)	(2)
Inovações no desenho de produtos?	(1)	(2)
Realização de mudanças organizacionais (inovações organizacionais)		
Implementação de técnicas avançadas de gestão?	(1)	(2)
Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?	(1)	(2)
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing?	(1)	(2)
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização?	(1)	(2)
Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO 9000, ISO 14000, etc.)?	(1)	(2)

2. Considerando as inovações realizadas, qual a contribuição no faturamento da empresa em 2006?

- () 0 à 25 %
 () 25 à 50 %
 () acima de 50%

3. Avalie a importância do **impacto resultante da introdução dos diversos tipos de inovações** introduzidas durante os últimos três anos, **2004 a 2006**, na sua empresa. Favor indicar o grau de importância utilizado a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Aumento da produtividade da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Ampliação da gama de produtos ofertados	(0)	(1)	(2)	(3)
Aumento da qualidade dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Permitiu que a empresa mantivesse a sua participação nos mercados de atuação	(0)	(1)	(2)	(3)
Aumento da participação no mercado interno da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Aumento da participação no mercado externo da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Permitiu que a empresa abrisse novos mercados	(0)	(1)	(2)	(3)
Permitiu a redução de custos do trabalho	(0)	(1)	(2)	(3)
Permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao:				
- Mercado Interno	(0)	(1)	(2)	(3)
- Mercado Externo	(0)	(1)	(2)	(3)

4. Que tipo de atividade inovativa sua empresa desenvolveu no ano de 2006? Indique o grau de constância dedicado à atividade assinalando (0) se não desenvolveu, (1) se desenvolveu ocasionalmente, e (2) se desenvolveu rotineiramente.

Descrição	Grau de Constância		
Pesquisa na sua empresa	(0)	(1)	(2)
Desenvolvimento na sua empresa	(0)	(1)	(2)
Aquisição externa de Pesquisa	(0)	(1)	(2)
Aquisição externa de Desenvolvimento	(0)	(1)	(2)
Aquisição de equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos.	(0)	(1)	(2)
Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias tais como patentes, marcas, segredos industriais)	(0)	(1)	(2)
Programa de treinamento orientado à introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	(0)	(1)	(2)
Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: certificação de qualidade, reengenharia de processos, etc	(0)	(1)	(2)
Novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados.	(0)	(1)	(2)

4.1 Informe os gastos despendidos para desenvolver as atividades de inovação:

Gastos com atividades inovativas sobre faturamento em 2006.....(%)
 Gastos com Pesquisa sobre faturamento em 2006.....(%)
 Gastos com Desenvolvimento sobre faturamento em 2006..... (%)

8. Durante os últimos três anos, **2004 a 2006**, sua empresa esteve envolvida em **atividades cooperativas**, formais ou informais, com outra(s) empresa(s) ou organização(ões)?

() 1.	Sim
() 2.	Não

9. Em caso afirmativo, quais dos seguintes agentes desempenharam **papel importante como parceiros, durante os últimos três anos, 2004 a 2006**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa. Indicar a **formalização** utilizando 1 para formal e 2 para informal. Quanto a **localização** utilizar 1 quando localizado no arranjo, 2 no estado, 3 no Brasil, 4 no exterior.

Agentes	Legenda	Grau de Importância	Formalização	Localização
Empresas				
Outras empresas dentro do arranjo	(A)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, componentes e softwares)	(B)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Clientes de Software (Pacote)	(C)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Clientes por produto (Governo)	(D)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Clientes por produto (Iniciativa Privada)	(E)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Concorrentes dentro do arranjo	(F)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Concorrentes fora do arranjo	(G)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Outras empresas do setor	(H)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Empresas de consultoria	(I)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Universidades e Institutos de Pesquisa				
Universidades	(J)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Institutos de Pesquisa	(L)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção	(M)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Instituições de testes, ensaios e certificações	(N)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Outros Agentes				
Representação	(O)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Entidades Sindicais	(P)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Órgãos de apoio e promoção	(Q)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)
Agentes financeiros	(R)	(0) (1) (2) (3)	(1) (2)	(1) (2) (3) (4)

10. Qual a importância das seguintes **formas de cooperação realizadas durante os últimos três anos, 2004 a 2006 com outros agentes do arranjo?** Favor completar a coluna 'agentes' de acordo com a legenda da tabela anterior e indique o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Agentes	Grau de Importância
Compras de insumos e equipamentos		(0) (1) (2) (3)
Venda conjunta de produtos		(0) (1) (2) (3)
Desenvolvimento de Produtos e Processos		(0) (1) (2) (3)
Design e Estilo de Produtos		(0) (1) (2) (3)
Capacitação de Recursos Humanos		(0) (1) (2) (3)

Obtenção de financiamento		(0)	(1)	(2)	(3)
Reivindicações		(0)	(1)	(2)	(3)
Participação conjunta em feiras, etc		(0)	(1)	(2)	(3)
Outras: especificar		(0)	(1)	(2)	(3)

11. Caso a empresa já tenha participado de alguma forma de cooperação com agentes locais, como **avalia os resultados das ações conjuntas já realizadas?** Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de importância			
Melhoria na qualidade dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de novos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nos processos produtivos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação de recursos humanos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nas condições de comercialização	(0)	(1)	(2)	(3)
Introdução de inovações organizacionais	(0)	(1)	(2)	(3)
Novas oportunidades de negócios	(0)	(1)	(2)	(3)
Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior inserção da empresa no mercado externo	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras: especificar	(0)	(1)	(2)	(3)

Tamanho da Empresa

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid micro	4	17.4	17.4	17.4
pequena	13	56.5	56.5	73.9
média	3	13.0	13.0	87.0
grande	3	13.0	13.0	100.0
Total	23	100.0	100.0	

Statistics

	Variação do Lucro entre 2003-2004	Variação do Lucro entre 2004-2005	Variação do Lucro entre 2005-2006
N Valid	11	10	10
Missing	12	13	13
Sum	1193.00	697.00	164.00

Varição do Lucro entre 2003-2004

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	-66.00	1	4.3	9.1	9.1
	.00	2	8.7	18.2	27.3
	1.00	1	4.3	9.1	36.4
	2.00	1	4.3	9.1	45.5
	15.00	1	4.3	9.1	54.5
	20.00	1	4.3	9.1	63.6
	25.00	1	4.3	9.1	72.7
	30.00	1	4.3	9.1	81.8
	106.00	1	4.3	9.1	90.9
	1060.00	1	4.3	9.1	100.0
	Total	11	47.8	100.0	
Missing	System	12	52.2		
Total		23	100.0		

Varição do Lucro entre 2004-2005

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	-1.00	1	4.3	10.0	10.0
	.00	1	4.3	10.0	20.0
	13.00	1	4.3	10.0	30.0
	18.00	1	4.3	10.0	40.0
	20.00	1	4.3	10.0	50.0
	37.00	1	4.3	10.0	60.0
	40.00	1	4.3	10.0	70.0
	100.00	1	4.3	10.0	80.0
	170.00	1	4.3	10.0	90.0
	300.00	1	4.3	10.0	100.0
	Total	10	43.5	100.0	
Missing	System	13	56.5		
Total		23	100.0		

Varição do Lucro entre 2005-2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	-6.00	1	4.3	10.0	10.0
	-5.00	1	4.3	10.0	20.0
	.00	1	4.3	10.0	30.0
	6.00	1	4.3	10.0	40.0
	13.00	1	4.3	10.0	50.0
	19.00	1	4.3	10.0	60.0
	20.00	1	4.3	10.0	70.0
	25.00	1	4.3	10.0	80.0
	42.00	1	4.3	10.0	90.0
	50.00	1	4.3	10.0	100.0
	Total	10	43.5	100.0	
Missing	System	13	56.5		
Total		23	100.0		

Statistics

	Inovação de Produto novo para a empresa, mas já existente no mercado	Inovação de Produto novo para o mercado nacional	Inovação de Produto novo para o mercado internacional	Inovação de Processos tecnológicos novos para empresa, mas já existentes no setor	Inovação de Processos tecnológicos novos para o setor de atuação	Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)	Inovações no desenho de produtos	Implementação de técnicas avançadas de gestão	Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional	Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing	Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização	Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO 9000, ISO 14000, etc.)
N Valid	23	23	23	23	23	21	22	23	23	23	23	23
Missing	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0

Statistics

Contribuição das Inovações no Faturamento

N Valid	21
Missing	2

Contribuição das Inovações no Faturamento

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0 à 25%	12	52.2	57.1	57.1
	25 à 50%	6	26.1	28.6	85.7
	acima de 50%	3	13.0	14.3	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Missing	System	2	8.7		
Total		23	100.0		

Statistics

Aumento da produtividade da empresa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	1	4.3	4.3	4.3
	Baixa Importância	2	8.7	8.7	13.0
	Média Importância	7	30.4	30.4	43.5
	Alta Importância	13	56.5	56.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Ampliação da gama de produtos ofertados

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	1	4.3	4.3	4.3
	Baixa Importância	5	21.7	21.7	26.1
	Média Importância	10	43.5	43.5	69.6
	Alta Importância	7	30.4	30.4	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Aumento da qualidade dos produtos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	1	4.3	4.3	4.3
	Baixa Importância	1	4.3	4.3	8.7
	Média Importância	9	39.1	39.1	47.8
	Alta Importância	12	52.2	52.2	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Permitiu que a empresa mantivesse a sua participação nos mercados de atuação

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	2	8.7	8.7	8.7
	Baixa Importância	3	13.0	13.0	21.7
	Média Importância	5	21.7	21.7	43.5
	Alta Importância	13	56.5	56.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Aumento da participação no mercado interno da empresa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	3	13.0	13.0	13.0
	Baixa Importância	2	8.7	8.7	21.7
	Média Importância	9	39.1	39.1	60.9
	Alta Importância	9	39.1	39.1	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Aumento da participação no mercado externo da empresa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	13	56.5	56.5	56.5
	Baixa Importância	3	13.0	13.0	69.6
	Média Importância	1	4.3	4.3	73.9
	Alta Importância	6	26.1	26.1	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Permitiu que a empresa abra-se novos mercados

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	2	8.7	8.7	8.7
	Baixa Importância	4	17.4	17.4	26.1
	Média Importância	6	26.1	26.1	52.2
	Alta Importância	11	47.8	47.8	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Permitiu a redução de custos do trabalho

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	4	17.4	17.4	17.4
	Baixa Importância	4	17.4	17.4	34.8
	Média Importância	5	21.7	21.7	56.5
	Alta Importância	10	43.5	43.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao Mercado Interno

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	22.7	22.7
	Baixa Importância	6	26.1	27.3	50.0
	Média Importância	3	13.0	13.6	63.6
	Alta Importância	8	34.8	36.4	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
	Total	23	100.0		

Permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao Mercado Externo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	12	52.2	52.2	52.2
	Baixa Importância	3	13.0	13.0	65.2
	Média Importância	4	17.4	17.4	82.6
	Alta Importância	4	17.4	17.4	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Statistics

	Pesquisa na empresa	Desenvolvimento na empresa	Aquisição externa de Pesquisa	Aquisição externa de Desenvolvimento	Aquisição de equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos	Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias tais como patentes, marcas, segredos industriais)	Programa de treinamento orientado à introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: certificação de qualidade, reengenharia de processos, etc	Novas formas de comercialização e distribuição de produtos novos ou significativamente melhorados.
N Valid	23	23	23	22	22	22	23	23	22
Missing	0	0	0	1	1	1	0	0	1

Pesquisa na empresa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	3	13.0	13.0	13.0
	Desenvolveu Ocasionalmente	9	39.1	39.1	52.2
	Desenvolveu Rotineiramente	11	47.8	47.8	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Desenvolvimento na empresa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	1	4.3	4.3	4.3
	Desenvolveu Ocasionalmente	4	17.4	17.4	21.7
	Desenvolveu Rotineiramente	18	78.3	78.3	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Aquisição externa de Pesquisa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	15	65.2	65.2	65.2
	Desenvolveu Ocasionalmente	5	21.7	21.7	87.0
	Desenvolveu Rotineiramente	3	13.0	13.0	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Aquisição externa de Desenvolvimento

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	14	60.9	63.6	63.6
	Desenvolveu Ocasionalmente	4	17.4	18.2	81.8
	Desenvolveu Rotineiramente	4	17.4	18.2	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
Total		23	100.0		

Aquisição de equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	7	30.4	31.8	31.8
	Desenvolveu Ocasionalmente	7	30.4	31.8	63.6
	Desenvolveu Rotineiramente	8	34.8	36.4	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
Total		23	100.0		

Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias tais como patentes, marcas, segredos industriais)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	8	34.8	36.4	36.4
	Desenvolveu Ocasionalmente	6	26.1	27.3	63.6
	Desenvolveu Rotineiramente	8	34.8	36.4	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
Total		23	100.0		

Programa de treinamento orientado à introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	5	21.7	21.7	21.7
	Desenvolveu Ocasionalmente	8	34.8	34.8	56.5
	Desenvolveu Rotineiramente	10	43.5	43.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: certificação de qualidade, reengenharia de processos, etc

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	7	30.4	30.4	30.4
	Desenvolveu Ocasionalmente	2	8.7	8.7	39.1
	Desenvolveu Rotineiramente	14	60.9	60.9	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Desenvolveu	6	26.1	27.3	27.3
	Desenvolveu Ocasionalmente	8	34.8	36.4	63.6
	Desenvolveu Rotineiramente	8	34.8	36.4	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
Total		23	100.0		

Gastos com atividades inovativas sobre faturamento em 2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	.00	1	4.3	7.1	7.1
	3.00	3	13.0	21.4	28.6
	5.00	2	8.7	14.3	42.9
	10.00	4	17.4	28.6	71.4
	12.00	1	4.3	7.1	78.6
	20.00	3	13.0	21.4	100.0
	Total	14	60.9	100.0	
Missing	System	9	39.1		
Total		23	100.0		

Gastos com Pesquisa sobre faturamento em 2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	.00	4	17.4	25.0	25.0
	3.00	2	8.7	12.5	37.5
	4.00	2	8.7	12.5	50.0
	5.00	3	13.0	18.8	68.8
	10.00	3	13.0	18.8	87.5
	20.00	2	8.7	12.5	100.0
	Total	16	69.6	100.0	
Missing	System	7	30.4		
Total		23	100.0		

Gastos com Desenvolvimento sobre faturamento em 2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	.00	2	8.7	12.5	12.5
	4.00	1	4.3	6.3	18.8
	10.00	2	8.7	12.5	31.3
	14.00	1	4.3	6.3	37.5
	15.00	1	4.3	6.3	43.8
	16.00	2	8.7	12.5	56.3
	20.00	3	13.0	18.8	75.0
	30.00	1	4.3	6.3	81.3
	40.00	2	8.7	12.5	93.8
	80.00	1	4.3	6.3	100.0
	Total	16	69.6	100.0	
Missing	System	7	30.4		
Total		23	100.0		

Atividades Cooperativas entre 2004 a 2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	sim	20	87.0	87.0	87.0
	não	3	13.0	13.0	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Frequency Table

Atividades Cooperativas entre 2004 a 2006

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	sim	20	87.0	87.0	87.0
	não	3	13.0	13.0	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Importância- A=Outras empresas dentro do APL

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	3	13.0	16.7	16.7
	Baixa Importância	1	4.3	5.6	22.2
	Média Importância	9	39.1	50.0	72.2
	Alta Importância	5	21.7	27.8	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- B=Fornecedores de insumos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	2	8.7	11.1	11.1
	Média Importância	6	26.1	33.3	44.4
	Alta Importância	10	43.5	55.6	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- C=Clientes de Software-Pacote

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	6	26.1	33.3	33.3
	Média Importância	4	17.4	22.2	55.6
	Alta Importância	8	34.8	44.4	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- D=Cientes por produto-Governo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	6	26.1	33.3	33.3
	Baixa Importância	1	4.3	5.6	38.9
	Média Importância	2	8.7	11.1	50.0
	Alta Importância	9	39.1	50.0	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- E=Cientes por produto -Iniciativa Privada

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	31.3	31.3
	Baixa Importância	1	4.3	6.3	37.5
	Média Importância	3	13.0	18.8	56.3
	Alta Importância	7	30.4	43.8	100.0
	Total	16	69.6	100.0	
Missing	System	7	30.4		
Total		23	100.0		

Importância- F=Concorrentes dentro do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	9	39.1	50.0	50.0
	Baixa Importância	3	13.0	16.7	66.7
	Média Importância	6	26.1	33.3	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- G=Concorrentes fora do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	11	47.8	64.7	64.7
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	70.6
	Média Importância	5	21.7	29.4	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância- H=Outras empresas do setor

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	7	30.4	41.2	41.2
	Baixa Importância	2	8.7	11.8	52.9
	Média Importância	7	30.4	41.2	94.1
	Alta Importância	1	4.3	5.9	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância- I=Empresas de consultoria

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	27.8	27.8
	Baixa Importância	2	8.7	11.1	38.9
	Média Importância	6	26.1	33.3	72.2
	Alta Importância	5	21.7	27.8	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- J=Universidades

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	27.8	27.8
	Baixa Importância	1	4.3	5.6	33.3
	Média Importância	3	13.0	16.7	50.0
	Alta Importância	9	39.1	50.0	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- L=Institutos de Pesquisa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	6	26.1	33.3	33.3
	Média Importância	2	8.7	11.1	44.4
	Alta Importância	10	43.5	55.6	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- M=Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	9	39.1	52.9	52.9
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	58.8
	Média Importância	5	21.7	29.4	88.2
	Alta Importância	2	8.7	11.8	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância- N=Instituições de testes, ensaios e certificações

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	29.4	29.4
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	35.3
	Média Importância	5	21.7	29.4	64.7
	Alta Importância	6	26.1	35.3	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância-O=Representação

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	10	43.5	58.8	58.8
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	64.7
	Média Importância	5	21.7	29.4	94.1
	Alta Importância	1	4.3	5.9	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância- P=Entidades Sindicais

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	9	39.1	52.9	52.9
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	58.8
	Média Importância	4	17.4	23.5	82.4
	Alta Importância	3	13.0	17.6	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Importância- Q=Órgãos de apoio e promoção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	11	47.8	61.1	61.1
	Média Importância	3	13.0	16.7	77.8
	Alta Importância	4	17.4	22.2	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Importância- R=Agentes financeiros

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	10	43.5	55.6	55.6
	Média Importância	2	8.7	11.1	66.7
	Alta Importância	6	26.1	33.3	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Missing	System	5	21.7		
Total		23	100.0		

Formalização- A=Outras empresas dentro do APL

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	9	39.1	64.3	64.3
	Informal	5	21.7	35.7	100.0
	Total	14	60.9	100.0	
Missing	System	9	39.1		
Total		23	100.0		

Formalização-B=Fornecedores de insumos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	11	47.8	73.3	73.3
	Informal	4	17.4	26.7	100.0
	Total	15	65.2	100.0	
Missing	System	8	34.8		
Total		23	100.0		

Formalização-C=Clientes de Software-Pacote

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	11	47.8	78.6	78.6
	Informal	3	13.0	21.4	100.0
	Total	14	60.9	100.0	
Missing	System	9	39.1		
Total		23	100.0		

Formalização-D=Clientes por produto-Governo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	8	34.8	66.7	66.7
	Informal	4	17.4	33.3	100.0
	Total	12	52.2	100.0	
Missing	System	11	47.8		
Total		23	100.0		

Formalização-E=Clientes por produto -Iniciativa Privada

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	12	52.2	85.7	85.7
	Informal	2	8.7	14.3	100.0
	Total	14	60.9	100.0	
Missing	System	9	39.1		
Total		23	100.0		

Formalização-F=Concorrentes dentro do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	1	4.3	10.0	10.0
	Informal	9	39.1	90.0	100.0
	Total	10	43.5	100.0	
Missing	System	13	56.5		
Total		23	100.0		

Formalização-G=Concorrentes fora do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Informal	8	34.8	100.0	100.0
Missing	System	15	65.2		
Total		23	100.0		

Formalização-H=Outras empresas do setor

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	2	8.7	22.2	22.2
	Informal	7	30.4	77.8	100.0
	Total	9	39.1	100.0	
Missing	System	14	60.9		
Total		23	100.0		

Formalização-I=Empresas de consultoria

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	10	43.5	71.4	71.4
	Informal	4	17.4	28.6	100.0
	Total	14	60.9	100.0	
Missing	System	9	39.1		
Total		23	100.0		

Formalização-J=Universidades

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	8	34.8	61.5	61.5
	Informal	5	21.7	38.5	100.0
	Total	13	56.5	100.0	
Missing	System	10	43.5		
Total		23	100.0		

Formalização-L=Institutos de Pesquisa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	9	39.1	69.2	69.2
	Informal	4	17.4	30.8	100.0
	Total	13	56.5	100.0	
Missing	System	10	43.5		
Total		23	100.0		

Formalização-M=Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	5	21.7	55.6	55.6
	Informal	4	17.4	44.4	100.0
	Total	9	39.1	100.0	
Missing	System	14	60.9		
Total		23	100.0		

Formalização-N=Instituições de testes, ensaios e certificações

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	9	39.1	75.0	75.0
	Informal	3	13.0	25.0	100.0
	Total	12	52.2	100.0	
Missing	System	11	47.8		
Total		23	100.0		

Formalização-O=Representação

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	4	17.4	50.0	50.0
	Informal	4	17.4	50.0	100.0
	Total	8	34.8	100.0	
Missing	System	15	65.2		
Total		23	100.0		

Formalização-P=Entidades Sindicais

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	5	21.7	55.6	55.6
	Informal	4	17.4	44.4	100.0
	Total	9	39.1	100.0	
Missing	System	14	60.9		
Total		23	100.0		

Formalização-Q=Órgãos de apoio e promoção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	4	17.4	50.0	50.0
	Informal	4	17.4	50.0	100.0
	Total	8	34.8	100.0	
Missing	System	15	65.2		
Total		23	100.0		

Formalização-R=Agentes financeiros

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Formal	5	21.7	50.0	50.0
	Informal	5	21.7	50.0	100.0
	Total	10	43.5	100.0	
Missing	System	13	56.5		
Total		23	100.0		

Localização- A=Outras empresas dentro do APL

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	4	17.4	33.3	33.3
	No Estado	4	17.4	33.3	66.7
	No Brasil	2	8.7	16.7	83.3
	No Exterior	1	4.3	8.3	91.7
	No Brasil e no Exterior	1	4.3	8.3	100.0
	Total	12	52.2	100.0	
Missing	System	11	47.8		
Total		23	100.0		

Localização-B=Fornecedores de insumos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	5	21.7	31.3	31.3
	No Estado	1	4.3	6.3	37.5
	No Brasil	7	30.4	43.8	81.3
	No Exterior	1	4.3	6.3	87.5
	No Arranjo e no Estado	1	4.3	6.3	93.8
	No Arranjo e no Brasil	1	4.3	6.3	100.0
	Total	16	69.6	100.0	
Missing	System	7	30.4		
Total		23	100.0		

Localização-C=Clientes de Software-Pacote

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	2	8.7	16.7	16.7
	No Estado	2	8.7	16.7	33.3
	No Brasil	4	17.4	33.3	66.7
	No Exterior	2	8.7	16.7	83.3
	No Arranjo e no Brasil	1	4.3	8.3	91.7
	No Arranjo, Estado e no Brasil	1	4.3	8.3	100.0
	Total	12	52.2	100.0	
Missing	System	11	47.8		
Total		23	100.0		

Localização-D=Clientes por produto-Governo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	3	13.0	23.1	23.1
	No Estado	4	17.4	30.8	53.8
	No Brasil	4	17.4	30.8	84.6
	No Exterior	1	4.3	7.7	92.3
	No Arranjo, Estado e no Brasil	1	4.3	7.7	100.0
	Total	13	56.5	100.0	
Missing	System	10	43.5		
Total		23	100.0		

Localização-E=Clientes por produto -Iniciativa Privada

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	2	8.7	15.4	15.4
	No Estado	3	13.0	23.1	38.5
	No Brasil	5	21.7	38.5	76.9
	No Exterior	1	4.3	7.7	84.6
	No Arranjo, Estado e no Brasil	2	8.7	15.4	100.0
	Total	13	56.5	100.0	
Missing	System	10	43.5		
Total		23	100.0		

Localização-F=Concorrentes dentro do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	4	17.4	57.1	57.1
	No Estado	2	8.7	28.6	85.7
	No Brasil	1	4.3	14.3	100.0
	Total	7	30.4	100.0	
Missing	System	16	69.6		
Total		23	100.0		

Localização-G=Concorrentes fora do arranjo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	1	4.3	25.0	25.0
	No Estado	1	4.3	25.0	50.0
	No Brasil	2	8.7	50.0	100.0
	Total	4	17.4	100.0	
Missing	System	19	82.6		
Total		23	100.0		

Localização-H=Outras empresas do setor

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	2	8.7	20.0	20.0
	No Estado	4	17.4	40.0	60.0
	No Brasil	4	17.4	40.0	100.0
	Total	10	43.5	100.0	
Missing	System	13	56.5		
Total		23	100.0		

Localização-I=Empresas de consultoria

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	4	17.4	33.3	33.3
	No Estado	5	21.7	41.7	75.0
	No Brasil	2	8.7	16.7	91.7
	No Exterior	1	4.3	8.3	100.0
	Total	12	52.2	100.0	
Missing	System	11	47.8		
Total		23	100.0		

Localização-J=Universidades

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	7	30.4	53.8	53.8
	No Estado	4	17.4	30.8	84.6
	No Exterior	1	4.3	7.7	92.3
	No Arranjo, Estado e no Brasil	1	4.3	7.7	100.0
	Total	13	56.5	100.0	
Missing	System	10	43.5		
Total		23	100.0		

Localização-L=Institutos de Pesquisa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	5	21.7	45.5	45.5
	No Estado	2	8.7	18.2	63.6
	No Brasil	2	8.7	18.2	81.8
	No Exterior	1	4.3	9.1	90.9
	No Arranjo e no Brasil	1	4.3	9.1	100.0
	Total	11	47.8	100.0	
Missing	System	12	52.2		
Total		23	100.0		

Localização-M=Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	5	21.7	62.5	62.5
	No Estado	3	13.0	37.5	100.0
	Total	8	34.8	100.0	
Missing	System	15	65.2		
Total		23	100.0		

Localização-N=Instituições de testes, ensaios e certificações

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	3	13.0	27.3	27.3
	No Estado	3	13.0	27.3	54.5
	No Brasil	4	17.4	36.4	90.9
	No Exterior	1	4.3	9.1	100.0
	Total	11	47.8	100.0	
Missing	System	12	52.2		
Total		23	100.0		

Localização-O=Representação

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	2	8.7	28.6	28.6
	No Estado	3	13.0	42.9	71.4
	No Brasil	2	8.7	28.6	100.0
	Total	7	30.4	100.0	
Missing	System	16	69.6		
Total		23	100.0		

Localização-P=Entidades Sindicais

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	3	13.0	37.5	37.5
	No Estado	5	21.7	62.5	100.0
	Total	8	34.8	100.0	
Missing	System	15	65.2		
Total		23	100.0		

Localização-Q=Órgãos de apoio e promoção

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	3	13.0	42.9	42.9
	No Estado	4	17.4	57.1	100.0
	Total	7	30.4	100.0	
Missing	System	16	69.6		
Total		23	100.0		

Localização-R=Agentes financeiros

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No Arranjo	2	8.7	22.2	22.2
	No Estado	5	21.7	55.6	77.8
	No Brasil	1	4.3	11.1	88.9
	No Arranjo, Estado e no Brasil	1	4.3	11.1	100.0
	Total	9	39.1	100.0	
Missing	System	14	60.9		
Total		23	100.0		

Frequency Table

Grau de Importância da cooperação para Compras de insumos e equipamentos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	26.3	26.3
	Média Importância	7	30.4	36.8	63.2
	Alta Importância	7	30.4	36.8	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Venda conjunta de produtos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	3	13.0	15.0	15.0
	Baixa Importância	1	4.3	5.0	20.0
	Média Importância	8	34.8	40.0	60.0
	Alta Importância	8	34.8	40.0	100.0
	Total	20	87.0	100.0	
Missing	System	3	13.0		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Desenvolvimento de Produtos e Processos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	3	13.0	15.0	15.0
	Média Importância	6	26.1	30.0	45.0
	Alta Importância	11	47.8	55.0	100.0
	Total	20	87.0	100.0	
Missing	System	3	13.0		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Design e Estilo de Produtos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	8	34.8	42.1	42.1
	Baixa Importância	1	4.3	5.3	47.4
	Média Importância	7	30.4	36.8	84.2
	Alta Importância	3	13.0	15.8	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Capacitação de Recursos Humanos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	3	13.0	15.0	15.0
	Baixa Importância	2	8.7	10.0	25.0
	Média Importância	7	30.4	35.0	60.0
	Alta Importância	8	34.8	40.0	100.0
	Total	20	87.0	100.0	
Missing	System	3	13.0		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Obtenção de financiamento

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	4	17.4	20.0	20.0
	Baixa Importância	1	4.3	5.0	25.0
	Média Importância	5	21.7	25.0	50.0
	Alta Importância	10	43.5	50.0	100.0
	Total	20	87.0	100.0	
Missing	System	3	13.0		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Reivindicações

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	6	26.1	31.6	31.6
	Baixa Importância	1	4.3	5.3	36.8
	Média Importância	9	39.1	47.4	84.2
	Alta Importância	3	13.0	15.8	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Grau de Importância da cooperação para Participação conjunta em feiras, etc

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	6	26.1	35.3	35.3
	Baixa Importância	1	4.3	5.9	41.2
	Média Importância	7	30.4	41.2	82.4
	Alta Importância	3	13.0	17.6	100.0
	Total	17	73.9	100.0	
Missing	System	6	26.1		
Total		23	100.0		

Grau de Importância das outras formas de cooperação

	Frequency	Percent
Missing System	23	100.0

Melhoria na qualidade dos produtos

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Não Relevante	5	21.7	26.3	26.3
Média Importância	5	21.7	26.3	52.6
Alta Importância	9	39.1	47.4	100.0
Total	19	82.6	100.0	
Missing System	4	17.4		
Total	23	100.0		

Desenvolvimento de novos produtos

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Não Relevante	5	21.7	26.3	26.3
Baixa Importância	2	8.7	10.5	36.8
Média Importância	3	13.0	15.8	52.6
Alta Importância	9	39.1	47.4	100.0
Total	19	82.6	100.0	
Missing System	4	17.4		
Total	23	100.0		

Melhoria nos processos produtivos

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Não Relevante	6	26.1	31.6	31.6
Baixa Importância	3	13.0	15.8	47.4
Alta Importância	10	43.5	52.6	100.0
Total	19	82.6	100.0	
Missing System	4	17.4		
Total	23	100.0		

Melhor capacitação de recursos humanos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	26.3	26.3
	Baixa Importância	2	8.7	10.5	36.8
	Média Importância	6	26.1	31.6	68.4
	Alta Importância	6	26.1	31.6	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Melhoria nas condições de comercialização

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	8	34.8	42.1	42.1
	Baixa Importância	2	8.7	10.5	52.6
	Média Importância	5	21.7	26.3	78.9
	Alta Importância	4	17.4	21.1	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Introdução de inovações organizacionais

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	7	30.4	36.8	36.8
	Baixa Importância	3	13.0	15.8	52.6
	Média Importância	6	26.1	31.6	84.2
	Alta Importância	3	13.0	15.8	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Novas oportunidades de negócios

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	2	8.7	10.5	10.5
	Baixa Importância	2	8.7	10.5	21.1
	Média Importância	5	21.7	26.3	47.4
	Alta Importância	10	43.5	52.6	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	5	21.7	26.3	26.3
	Baixa Importância	1	4.3	5.3	31.6
	Média Importância	5	21.7	26.3	57.9
	Alta Importância	8	34.8	42.1	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Maior inserção da empresa no mercado externo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Não Relevante	11	47.8	57.9	57.9
	Alta Importância	8	34.8	42.1	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Missing	System	4	17.4		
Total		23	100.0		

Roteiro da entrevista

- 1) Quais os objetivos centrais do Instituto Titan?
- 2) Quais os riscos associados ao Instituto Titan?
- 3) Qual o papel das empresas associadas ao Instituto Titan em relação aos objetivos centrais do Instituto?
- 4) Quais os benefícios que o Instituto Titan traz para as empresas associadas?
- 5) Como se dará a cooperação em P&D entre as empresas associadas ao Instituto Titan?
- 6) Como se dará a competição entre as empresas que adotam estratégias cooperativas em P&D associadas ao Instituto Titan?
- 7) Como o Sr. percebe as externalidades geradas por investimentos em P&D entre empresas do Instituto Titan?
- 8) A legislação brasileira sobre propriedade intelectual é vista como um incentivo ou uma barreira para o investimento das Empresas de TI em P&D?
- 9) Quais fatores contribuem para a variação do custo operacional nas empresas de TI no Ceará?
- 10) Quais fatores contribuem para a variação do custo de P&D nas empresas de TI no Ceará?

ALTA EXTERNALIDADE E ALTA VARIABILIDADE

Lucro_Acumulado_A(t) = Lucro_Acumulado_A(t - dt) + (Lucro_A) * dt
 INIT Lucro_Acumulado_A = 0

INFLOWS:

Lucro_A = (1/9*1)*((10-Custo_Variável_A)+(2-
 Externalidade_B)*Inv_P&D_A+(2*Externalidade_B-1)*Inv_P&D_B)^2-
 CM_P&D_A*Inv_P&D_A^2/2

Lucro_Acumulado_AB(t) = Lucro_Acumulado_AB(t - dt) + (Lucro_AB) * dt
 INIT Lucro_Acumulado_AB = 0

INFLOWS:

Lucro_AB = (1/9*1)*2*(((10-Custo_Variável_AB)+(2-
 Externalidade_AB)*(Inv_P&D_AB)+(2*Externalidade_AB-1)*(Inv_P&D_AB)^2)-
 (CM_P&D_AB)*(Inv_P&D_AB^2/2))

Lucro_Acumulado_AB_2(t) = Lucro_Acumulado_AB_2(t - dt) + (Lucro_AB_2) * dt
 INIT Lucro_Acumulado_AB_2 = 0

INFLOWS:

Lucro_AB_2 = 1/1*((10-
 Custo_Variável_AB_2+(1+Externalidade_AB_2)*Inv_P&D_AB_2)/2)^2-
 CM_P&D_AB_2*Inv_P&D_AB_2^2

Lucro_Acumulado_B(t) = Lucro_Acumulado_B(t - dt) + (Lucro_B) * dt
 INIT Lucro_Acumulado_B = 0

INFLOWS:

Lucro_B = (1/9*1)*((10-Custo_Variável_B)+(2-
 Externalidade_A)*Inv_P&D_A+(2*Externalidade_A-1)*Inv_P&D_B)^2-
 CM_P&D_B*Inv_P&D_A^2/2

Lucro_Ac_A(t) = Lucro_Ac_A(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_A) * dt
 INIT Lucro_Ac_A = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_A = Lucro_AB/2

Lucro_Ac_A_2(t) = Lucro_Ac_A_2(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_A_2) * dt
 INIT Lucro_Ac_A_2 = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_A_2 = Lucro_AB_2/2

Lucro_Ac_B(t) = Lucro_Ac_B(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_B) * dt
 INIT Lucro_Ac_B = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_B = Lucro_AB/2

Lucro_Ac_B_2(t) = Lucro_Ac_B_2(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_B_2) * dt
 INIT Lucro_Ac_B_2 = 0

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_B_2} = \text{Lucro_AB_2}/2$$

$$\text{CM_P\&D_A} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_A_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B_2} = 1$$

$$\text{Custo_Variável_A} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_A_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Externalidade_A} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Externalidade_AB} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Externalidade_AB_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Externalidade_A_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Externalidade_B} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Externalidade_B_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.54)$$

$$\text{Inv_P\&D_A} = ((10 - \text{Custo_Variável_A}) * (2 - \text{Externalidade_B}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) - ((2 - \text{Externalidade_B}) * (1 + \text{Externalidade_B}))))$$

$$\text{Inv_P\&D_AB} = (10 - \text{Custo_Variável_AB}) * (\text{Externalidade_AB} + 1) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) - (\text{Externalidade_AB} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_AB_2} = (10 -$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2}) * (\text{Externalidade_AB_2} + 1) / ((4 * 1 * \text{CM_P\&D_AB_2}) - (\text{Externalidade_AB_2} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_A_2} = (((\text{Lucro_B} + \text{CM_P\&D_A_2} * (\text{Inv_P\&D_AB}^2) / 2) * 9 * 1)^{0.5} - ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_AB})) / (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) / 2$$

$$\text{Inv_P\&D_B} = ((10 - \text{Custo_Variável_B}) * (2 - \text{Externalidade_A}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B}) - ((2 - \text{Externalidade_A}) * (1 + \text{Externalidade_A}))))$$

$$\text{Inv_P\&D_B_2} = \text{Inv_P\&D_AB}$$

$$\text{Lucro_A_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_A_2} + (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_B_2})^2 - \text{CM_P\&D_A_2} * \text{Inv_P\&D_A_2}^2 / 2$$

$$\text{Lucro_B_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_B_2}) + (2 - \text{Externalidade_A_2}) * \text{Inv_P\&D_B_2} + (2 * \text{Externalidade_A_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_A_2})^2 - \text{CM_P\&D_B_2} * \text{Inv_P\&D_B_2}^2 / 2$$

$$\text{Quant_Prod_A} = (2 * (10 - \text{Custo_Variável_A}) / 3 * 1) * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) - (2 - \text{Externalidade_B}) * (1 + \text{Externalidade_B}))) / 2$$

$$\text{Quant_Prod_AB} = (2 * (10 - \text{Custo_Variável_AB}) / (3 * 1)) * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) - (1 + \text{Externalidade_AB})^2))$$

$$\text{Quant_Prod_AB_2} = (10 - \text{Custo_Variável_AB_2}) / (2 * 1) * (4 * 1 * \text{CM_P\&D_AB_2} - (1 + \text{Externalidade_AB_2})^2)$$

$$\text{Quant_Prod_A_2} = (2 * (10 - \text{Custo_Variável_A_2}) / 3 * 1) * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A_2}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A_2}) - (2 - \text{Externalidade_B_2}) * (1 + \text{Externalidade_B_2}))) / 2$$

$$\text{Quant_Prod_B} = (2 * (10 - \text{Custo_Variável_B}) / 3 * 1 * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B}) - (2 - \text{Externalidade_A}) * (1 + \text{Externalidade_A})) / 2)$$

$$\text{Quant_Prod_B_2} = (2 * (10 - \text{Custo_Variável_B_2}) / 3 * 1 * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B_2})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B_2}) - (2 - \text{Externalidade_A_2}) * (1 + \text{Externalidade_A_2})) / 2)$$

ALTA EXTERNALIDADE E BAIXA VARIABILIDADE

$$\text{Lucro_Acumulado_A}(t) = \text{Lucro_Acumulado_A}(t - dt) + (\text{Lucro_A}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Acumulado_A} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Lucro_A} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_A}) + (2 - \text{Externalidade_B}) * \text{Inv_P\&D_A} + (2 * \text{Externalidade_B} - 1) * \text{Inv_P\&D_B})^2 - \text{CM_P\&D_A} * \text{Inv_P\&D_A}^2 / 2$$

$$\text{Lucro_Acumulado_AB}(t) = \text{Lucro_Acumulado_AB}(t - dt) + (\text{Lucro_AB}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Acumulado_AB} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Lucro_AB} = (1/9 * 1) * 2 * (((10 - \text{Custo_Variável_AB}) + (2 - \text{Externalidade_AB}) * (\text{Inv_P\&D_AB}) + (2 * \text{Externalidade_AB} - 1) * (\text{Inv_P\&D_AB})^2 - (\text{CM_P\&D_AB}) * (\text{Inv_P\&D_AB})^2 / 2))$$

$$\text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t) = \text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t - dt) + (\text{Lucro_AB_2}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Acumulado_AB_2} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Lucro_AB_2} = 1/1 * ((10 - \text{Custo_Variável_AB_2} + (1 + \text{Externalidade_AB_2}) * \text{Inv_P\&D_AB_2}) / 2)^2 - \text{CM_P\&D_AB_2} * \text{Inv_P\&D_AB_2}^2$$

$$\text{Lucro_Acumulado_B}(t) = \text{Lucro_Acumulado_B}(t - dt) + (\text{Lucro_B}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Acumulado_B} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Lucro_B} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_B}) + (2 - \text{Externalidade_A}) * \text{Inv_P\&D_A} + (2 * \text{Externalidade_A} - 1) * \text{Inv_P\&D_B})^2 - \text{CM_P\&D_B} * \text{Inv_P\&D_A}^2 / 2$$

$$\text{Lucro_Ac_A}(t) = \text{Lucro_Ac_A}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_A}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_A} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_A} = \text{Lucro_AB} / 2$$

$$\text{Lucro_Ac_A_2}(t) = \text{Lucro_Ac_A_2}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_A_2}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_A_2} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_A_2} = \text{Lucro_AB_2} / 2$$

$$\text{Lucro_Ac_B}(t) = \text{Lucro_Ac_B}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_B}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_B} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_B} = \text{Lucro_AB}/2$$

$$\text{Lucro_Ac_B_2}(t) = \text{Lucro_Ac_B_2}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_B_2}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_B_2} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_B_2} = \text{Lucro_AB_2}/2$$

$$\text{CM_P\&D_A} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_A_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B_2} = 1$$

$$\text{Custo_Variável_A} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_A_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Externalidade_A} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Externalidade_AB} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Externalidade_AB_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Externalidade_A_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Externalidade_B} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Externalidade_B_2} = \text{NORMAL}(0.9, 0.045)$$

$$\text{Inv_P\&D_A} = ((10 - \text{Custo_Variável_A}) * (2 - \text{Externalidade_B})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) - ((2 - \text{Externalidade_B}) * (1 + \text{Externalidade_B})))$$

$$\text{Inv_P\&D_AB} = (10 - \text{Custo_Variável_AB}) * (\text{Externalidade_AB} + 1) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) - (\text{Externalidade_AB} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_AB_2} = (10 -$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2}) * (\text{Externalidade_AB_2} + 1) / ((4 * 1 * \text{CM_P\&D_AB_2}) - (\text{Externalidade_AB_2} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_A_2} = (((\text{Lucro_B} + \text{CM_P\&D_A_2} * (\text{Inv_P\&D_AB}^2) / 2) * 9 * 1)^{0.5} - ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_AB})) / (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) / 2$$

$$\text{Inv_P\&D_B} = ((10 - \text{Custo_Variável_B}) * (2 - \text{Externalidade_A})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B}) - ((2 - \text{Externalidade_A}) * (1 + \text{Externalidade_A})))$$

$$\text{Inv_P\&D_B_2} = \text{Inv_P\&D_AB}$$

$$\text{Lucro_A_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_A_2} + (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_B_2})^2 - \text{CM_P\&D_A_2} * \text{Inv_P\&D_A_2}^2 / 2$$

$$\text{Lucro_B_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_B_2}) + (2 - \text{Externalidade_A_2}) * \text{Inv_P\&D_B_2} + (2 * \text{Externalidade_A_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_A_2})^2 - \text{CM_P\&D_B_2} * \text{Inv_P\&D_B_2}^2 / 2$$

$$\text{Quant_Prod_A} = (2 * (10 -$$

$$\text{Custo_Variável_A}) / (3 * 1) * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) - (2 - \text{Externalidade_B}) * (1 + \text{Externalidade_B}))) / 2$$

$$\text{Quant_Prod_AB} = (2 * (10 -$$

$$\text{Custo_Variável_AB}) / (3 * 1) * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) - (1 + \text{Externalidade_AB})^2))$$

$$\begin{aligned} \text{Quant_Prod_AB_2} &= (10 - \text{Custo_Variável_AB_2}) / (2 * 1) * (4 * 1 * \text{CM_P\&D_AB_2} - \\ & (1 + \text{Externalidade_AB_2})^2) \\ \text{Quant_Prod_A_2} &= (2 * (10 - \\ \text{Custo_Variável_A_2}) / 3 * 1 * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A_2})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A_2}) - (2 - \\ \text{Externalidade_B_2}) * (1 + \text{Externalidade_B_2})) / 2 \\ \text{Quant_Prod_B} &= (2 * (10 - \\ \text{Custo_Variável_B}) / 3 * 1 * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B}) - (2 - \\ \text{Externalidade_A}) * (1 + \text{Externalidade_A})) / 2 \\ \text{Quant_Prod_B_2} &= (2 * (10 - \\ \text{Custo_Variável_B_2}) / 3 * 1 * ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B_2})) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B_2}) - (2 - \\ \text{Externalidade_A_2}) * (1 + \text{Externalidade_A_2})) / 2 \end{aligned}$$

BAIXA EXTERNALIDADE E ALTA VARIABILIDADE

$$\begin{aligned} \text{Lucro_Acumulado_A}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_A}(t - dt) + (\text{Lucro_A}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Acumulado_A} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Lucro_A} &= (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_A}) + (2 - \\ \text{Externalidade_B}) * \text{Inv_P\&D_A} + (2 * \text{Externalidade_B} - 1) * \text{Inv_P\&D_B})^2 - \\ \text{CM_P\&D_A} * \text{Inv_P\&D_A}^2 / 2 \\ \text{Lucro_Acumulado_AB}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_AB}(t - dt) + (\text{Lucro_AB}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Acumulado_AB} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Lucro_AB} &= (1/9 * 1) * 2 * (((10 - \text{Custo_Variável_AB}) + (2 - \\ \text{Externalidade_AB}) * \text{Inv_P\&D_AB}) + (2 * \text{Externalidade_AB} - 1) * (\text{Inv_P\&D_AB})^2 - \\ (\text{CM_P\&D_AB}) * (\text{Inv_P\&D_AB}^2 / 2)) \\ \text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t - dt) + (\text{Lucro_AB_2}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Acumulado_AB_2} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Lucro_AB_2} &= 1/1 * ((10 - \\ \text{Custo_Variável_AB_2} + (1 + \text{Externalidade_AB_2}) * \text{Inv_P\&D_AB_2}) / 2)^2 - \\ \text{CM_P\&D_AB_2} * \text{Inv_P\&D_AB_2}^2 / 2 \\ \text{Lucro_Acumulado_B}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_B}(t - dt) + (\text{Lucro_B}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Acumulado_B} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Lucro_B} &= (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_B}) + (2 - \\ \text{Externalidade_A}) * \text{Inv_P\&D_A} + (2 * \text{Externalidade_A} - 1) * \text{Inv_P\&D_B})^2 - \\ \text{CM_P\&D_B} * \text{Inv_P\&D_A}^2 / 2 \\ \text{Lucro_Ac_A}(t) &= \text{Lucro_Ac_A}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_A}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Ac_A} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned} \text{Fluxo_do_Lucro_A} &= \text{Lucro_AB} / 2 \\ \text{Lucro_Ac_A_2}(t) &= \text{Lucro_Ac_A_2}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_A_2}) * dt \\ \text{INIT Lucro_Ac_A_2} &= 0 \end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_A_2} = \text{Lucro_AB_2}/2$$

$$\text{Lucro_Ac_B}(t) = \text{Lucro_Ac_B}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_B}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_B} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_B} = \text{Lucro_AB}/2$$

$$\text{Lucro_Ac_B_2}(t) = \text{Lucro_Ac_B_2}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_B_2}) * dt$$

$$\text{INIT Lucro_Ac_B_2} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Fluxo_do_Lucro_B_2} = \text{Lucro_AB_2}/2$$

$$\text{CM_P\&D_A} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_AB_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_A_2} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B} = 1$$

$$\text{CM_P\&D_B_2} = 1$$

$$\text{Custo_Variável_A} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_A_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Custo_Variável_B_2} = \text{NORMAL}(7, 0.35)$$

$$\text{Externalidade_A} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Externalidade_AB} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Externalidade_AB_2} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Externalidade_A_2} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Externalidade_B} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Externalidade_B_2} = \text{NORMAL}(0.1, 0.06)$$

$$\text{Inv_P\&D_A} = ((10 - \text{Custo_Variável_A}) * (2 - \text{Externalidade_B}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_A}) - ((2 - \text{Externalidade_B}) * (1 + \text{Externalidade_B}))))$$

$$\text{Inv_P\&D_AB} = (10 - \text{Custo_Variável_AB}) * (\text{Externalidade_AB} + 1) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_AB}) - (\text{Externalidade_AB} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_AB_2} = (10 -$$

$$\text{Custo_Variável_AB_2}) * (\text{Externalidade_AB_2} + 1) / ((4 * 1 * \text{CM_P\&D_AB_2}) - (\text{Externalidade_AB_2} + 1)^2)$$

$$\text{Inv_P\&D_A_2} = (((\text{Lucro_B} + \text{CM_P\&D_A_2} * (\text{Inv_P\&D_AB}^2) / 2) * 9 * 1)^{0.5} - ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_AB})) / (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) / 2$$

$$\text{Inv_P\&D_B} = ((10 - \text{Custo_Variável_B}) * (2 - \text{Externalidade_A}) / ((4.5 * 1 * \text{CM_P\&D_B}) - ((2 - \text{Externalidade_A}) * (1 + \text{Externalidade_A}))))$$

$$\text{Inv_P\&D_B_2} = \text{Inv_P\&D_AB}$$

$$\text{Lucro_A_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_A_2}) + (2 - \text{Externalidade_B_2}) * \text{Inv_P\&D_A_2} + (2 * \text{Externalidade_B_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_B_2})^2 - \text{CM_P\&D_A_2} * \text{Inv_P\&D_A_2}^2 / 2$$

$$\text{Lucro_B_2} = (1/9 * 1) * ((10 - \text{Custo_Variável_B_2}) + (2 - \text{Externalidade_A_2}) * \text{Inv_P\&D_B_2} + (2 * \text{Externalidade_A_2} - 1) * \text{Inv_P\&D_A_2})^2 - \text{CM_P\&D_B_2} * \text{Inv_P\&D_B_2}^2 / 2$$

$$\begin{aligned}
\text{Quant_Prod_A} &= (2*(10-\text{Custo_Variável_A})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D_A})/((4.5*1*\text{CM_P\&D_A})-(2-\text{Externalidade_B})*(1+\text{Externalidade_B}))/2) \\
\text{Quant_Prod_AB} &= (2*(10-\text{Custo_Variável_AB})/(3*1))*((4.5*1*\text{CM_P\&D_AB})/((4.5*1*\text{CM_P\&D_AB})-(1+\text{Externalidade_AB})^2)) \\
\text{Quant_Prod_AB_2} &= (10-\text{Custo_Variável_AB_2})/(2*1)*(4*1*\text{CM_P\&D_AB_2})-(1+\text{Externalidade_AB_2})^2) \\
\text{Quant_Prod_A_2} &= (2*(10-\text{Custo_Variável_A_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D_A_2})/((4.5*1*\text{CM_P\&D_A_2})-(2-\text{Externalidade_B_2})*(1+\text{Externalidade_B_2}))/2) \\
\text{Quant_Prod_B} &= (2*(10-\text{Custo_Variável_B})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D_B})/((4.5*1*\text{CM_P\&D_B})-(2-\text{Externalidade_A})*(1+\text{Externalidade_A}))/2) \\
\text{Quant_Prod_B_2} &= (2*(10-\text{Custo_Variável_B_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D_B_2})/((4.5*1*\text{CM_P\&D_B_2})-(2-\text{Externalidade_A_2})*(1+\text{Externalidade_A_2}))/2)
\end{aligned}$$

BAIXA EXTERNALIDADE E BAIXA VARIABILIDADE

$$\begin{aligned}
\text{Lucro_Acumulado_A}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_A}(t - dt) + (\text{Lucro_A}) * dt \\
\text{INIT Lucro_Acumulado_A} &= 0
\end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned}
\text{Lucro_A} &= (1/9*1)*((10-\text{Custo_Variável_A})+(2-\text{Externalidade_B})*\text{Inv_P\&D_A}+(2*\text{Externalidade_B}-1)*\text{Inv_P\&D_B})^2- \\
&\text{CM_P\&D_A}*\text{Inv_P\&D_A}^2/2 \\
\text{Lucro_Acumulado_AB}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_AB}(t - dt) + (\text{Lucro_AB}) * dt \\
\text{INIT Lucro_Acumulado_AB} &= 0
\end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned}
\text{Lucro_AB} &= (1/9*1)*2*((10-\text{Custo_Variável_AB})+(2-\text{Externalidade_AB})*(\text{Inv_P\&D_AB})+(2*\text{Externalidade_AB}-1)*(\text{Inv_P\&D_AB})^2)- \\
&(\text{CM_P\&D_AB})*(\text{Inv_P\&D_AB}^2/2)) \\
\text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_AB_2}(t - dt) + (\text{Lucro_AB_2}) * dt \\
\text{INIT Lucro_Acumulado_AB_2} &= 0
\end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned}
\text{Lucro_AB_2} &= 1/1*((10-\text{Custo_Variável_AB_2}+(1+\text{Externalidade_AB_2})*\text{Inv_P\&D_AB_2})/2)^2- \\
&\text{CM_P\&D_AB_2}*\text{Inv_P\&D_AB_2}^2 \\
\text{Lucro_Acumulado_B}(t) &= \text{Lucro_Acumulado_B}(t - dt) + (\text{Lucro_B}) * dt \\
\text{INIT Lucro_Acumulado_B} &= 0
\end{aligned}$$

INFLOWS:

$$\begin{aligned}
\text{Lucro_B} &= (1/9*1)*((10-\text{Custo_Variável_B})+(2-\text{Externalidade_A})*\text{Inv_P\&D_A}+(2*\text{Externalidade_A}-1)*\text{Inv_P\&D_B})^2- \\
&\text{CM_P\&D_B}*\text{Inv_P\&D_A}^2/2 \\
\text{Lucro_Ac_A}(t) &= \text{Lucro_Ac_A}(t - dt) + (\text{Fluxo_do_Lucro_A}) * dt
\end{aligned}$$

INIT Lucro_Ac_A = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_A = Lucro_AB/2

Lucro_Ac_A_2(t) = Lucro_Ac_A_2(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_A_2) * dt

INIT Lucro_Ac_A_2 = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_A_2 = Lucro_AB_2/2

Lucro_Ac_B(t) = Lucro_Ac_B(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_B) * dt

INIT Lucro_Ac_B = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_B = Lucro_AB/2

Lucro_Ac_B_2(t) = Lucro_Ac_B_2(t - dt) + (Fluxo_do_Lucro_B_2) * dt

INIT Lucro_Ac_B_2 = 0

INFLOWS:

Fluxo_do_Lucro_B_2 = Lucro_AB_2/2

CM_P&D_A = 1

CM_P&D_AB = 1

CM_P&D_AB_2 = 1

CM_P&D_A_2 = 1

CM_P&D_B = 1

CM_P&D_B_2 = 1

Custo_Variável_A = NORMAL (7, 0.35)

Custo_Variável_AB = NORMAL (7, 0.35)

Custo_Variável_AB_2 = NORMAL (7, 0.35)

Custo_Variável_A_2 = NORMAL (7, 0.35)

Custo_Variável_B = NORMAL (7, 0.35)

Custo_Variável_B_2 = NORMAL (7, 0.35)

Externalidade_A = NORMAL (0.1, 0.005)

Externalidade_AB = NORMAL (0.1, 0.005)

Externalidade_AB_2 = NORMAL (0.1, 0.005)

Externalidade_A_2 = NORMAL (0.1, 0.005)

Externalidade_B = NORMAL (0.1, 0.005)

Externalidade_B_2 = NORMAL (0.1, 0.005)

Inv_P&D_A = ((10-Custo_Variável_A)*(2-Externalidade_B)/((4.5*1*CM_P&D_A)-((2-Externalidade_B)*(1+Externalidade_B))))

Inv_P&D_AB = (10-Custo_Variável_AB)*(Externalidade_AB+1)/((4.5*1*CM_P&D_AB)-(Externalidade_AB+1)^2)

Inv_P&D_AB_2 = (10-

Custo_Variável_AB_2)*(Externalidade_AB_2+1)/((4*1*CM_P&D_AB_2)-(Externalidade_AB_2+1)^2)

Inv_P&D_A_2 = (((Lucro_B+CM_P&D_A_2*(Inv_P&D_AB^2)/2)*9*1)^0.5-((10-Custo_Variável_A_2)+(2-Externalidade_B_2)*Inv_P&D_AB))/(2*Externalidade_B_2-1)/2

Inv_P&D_B = ((10-Custo_Variável_B)*(2-Externalidade_A)/((4.5*1*CM_P&D_B)-((2-Externalidade_A)*(1+Externalidade_A))))

Inv_P&D_B_2 = Inv_P&D_AB

$$\begin{aligned}
\text{Lucro}_{A_2} &= (1/9*1)*((10-\text{Custo_Variável}_{A_2})+(2- \\
&\text{Externalidade}_{B_2})*\text{Inv_P\&D}_{A_2}+(2*\text{Externalidade}_{B_2-1})*\text{Inv_P\&D}_{B_2})^2- \\
&\text{CM_P\&D}_{A_2}*\text{Inv_P\&D}_{A_2}^2/2 \\
\text{Lucro}_{B_2} &= (1/9*1)*((10-\text{Custo_Variável}_{B_2})+(2- \\
&\text{Externalidade}_{A_2})*\text{Inv_P\&D}_{B_2}+(2*\text{Externalidade}_{A_2-1})*\text{Inv_P\&D}_{A_2})^2- \\
&\text{CM_P\&D}_{B_2}*\text{Inv_P\&D}_{B_2}^2/2 \\
\text{Quant_Prod}_{A_2} &= (2*(10- \\
&\text{Custo_Variável}_{A_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{A_2}))/((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{A_2})-(2- \\
&\text{Externalidade}_{B_2})*(1+\text{Externalidade}_{B_2}))/2 \\
\text{Quant_Prod}_{AB_2} &= (2*(10- \\
&\text{Custo_Variável}_{AB_2})/(3*1))*((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{AB_2}))/((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{AB_2})- \\
&(1+\text{Externalidade}_{AB_2})^2) \\
\text{Quant_Prod}_{AB_2} &= (10-\text{Custo_Variável}_{AB_2})/(2*1)*(4*1*\text{CM_P\&D}_{AB_2}- \\
&(1+\text{Externalidade}_{AB_2})^2) \\
\text{Quant_Prod}_{A_2} &= (2*(10- \\
&\text{Custo_Variável}_{A_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{A_2}))/((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{A_2})-(2- \\
&\text{Externalidade}_{B_2})*(1+\text{Externalidade}_{B_2}))/2 \\
\text{Quant_Prod}_{B_2} &= (2*(10- \\
&\text{Custo_Variável}_{B_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{B_2}))/((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{B_2})-(2- \\
&\text{Externalidade}_{A_2})*(1+\text{Externalidade}_{A_2}))/2 \\
\text{Quant_Prod}_{B_2} &= (2*(10- \\
&\text{Custo_Variável}_{B_2})/3*1)*((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{B_2}))/((4.5*1*\text{CM_P\&D}_{B_2})-(2- \\
&\text{Externalidade}_{A_2})*(1+\text{Externalidade}_{A_2}))/2
\end{aligned}$$