

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS**

DEWEY WOLLMANN

**SÓCRATES – CEO-ROBOT
MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO DE UM DIRETOR EXECUTIVO VIRTUAL
PARA SUBSIDIAR O PROCESSO DECISÓRIO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL**

CURITIBA

2014

DEWEY WOLLMANN

SÓCRATES – CEO-ROBOT
MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO DE UM DIRETOR EXECUTIVO VIRTUAL
PARA SUBSIDIAR O PROCESSO DECISÓRIO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Teresinha Arns Steiner

CURITIBA

2014

DEWEY WOLLMANN

SÓCRATES – CEO-ROBOT

**MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO DE UM DIRETOR EXECUTIVO VIRTUAL
PARA SUBSIDIAR O PROCESSO DECISÓRIO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Teresinha Arns Steiner

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Teresinha Arns Steiner
PPGEPS – PUCPR

Prof. Dr. Osiris Canglieri Junior
PPGEPS – PUCPR

Prof. Dr. Julio Cesar Nievola
PPGIA – PUCPR

Prof. Dr. Pedro José Steiner
PPAD – UFPR

Prof. Dr. Clemente Ivo Juliatto
Academia Paranaense de Letras

Curitiba, 27 de junho de 2014.

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos aos Professores Alex Antônio Ferraresi e Edson Pinheiro de Lima, que abriram as portas do PPGEPS para que eu pudesse iniciar meus estudos.

Início que não teria fim sem uma pessoa muito especial, Prof^a Maria Teresinha Arns Steiner. Por ela fui acolhido e orientado com maestria. Com incentivos constantes, conseguiu manter minha motivação em níveis elevados. Com seu conhecimento inquestionável, contribuiu para o meu aprendizado.

Agradeço a cada um dos professores do PPGEPS, por contribuírem, com seus conhecimentos, para a minha formação teórico-conceitual.

Agradecimento especial aos Professores, membros da Banca de Qualificação, Júlio Cesar Nievola, Osiris Canciglieri Junior e Belmiro Valverde Jobim Castor (*in memorian*), que com suas contribuições, possibilitaram significativa melhoria nesta pesquisa.

Eterna gratidão à minha esposa Arlene e aos meus filhos Rafael e Renata, por compartilharem, com compreensão e carinho, cada momento desta e de todas as jornadas da minha vida.

Sobre qualquer coisa que um homem possa presidir, ele será, se souber do que precisa e se for capaz de provê-lo, um bom presidente, quer tenha a direção de um coro, uma família, uma cidade ou um exército. Não desprezeis homens hábeis em administrar seus haveres.

(SÓCRATES, 470 – 390 a.C.)

RESUMO

Uma empresa, inserida em um ambiente competitivo e em constante mudança, que deseja ser reconhecida como *Classe Mundial*, necessita de um modelo de gestão que possibilite aos seus executivos uma visão sistêmica. Conscientes da necessidade de definir um modelo eficaz e eficiente para administrar uma empresa, os executivos devem estar sempre se questionando: como defini-lo, como implementá-lo e como avaliá-lo continuamente? Neste contexto, esta pesquisa busca a integração dos conceitos da abordagem sistêmica da administração, da teoria dos sistemas complexos adaptativos, de técnicas de otimização, mais especificamente, de Redes Neurais Artificiais, de Programação Linear, de Simulação, além do AHP - *Analytic Hierarchy Process*, com o objetivo de desenvolver modelos conceitual e matemático, que subsidiem os executivos das empresas em seus processos de gestão integrada e sistêmica. Estas técnicas estão consubstanciadas em um sistema computacional, aqui denominado de "Sócrates, CEO-Robot". Esta pesquisa quantitativa, começa na fase axiomática descritiva e se desenvolve até a fase empírica normativa. Está fundamentada no ciclo completo do modelo de Mitroff *et al.* (1974) e na classificação de Bertrand e Fransoo (2002). Os resultados obtidos demonstram que "Sócrates" é capaz de gerir uma empresa industrial, em um ambiente competitivo virtual, gerado em um simulador empresarial (usualmente denominado de jogo de empresas).

Palavras-chave: Processo decisório sistêmico e integrado. Sistemas complexos adaptativos. Redes Neurais Artificiais. Programação Linear. *Analytic Hierarchy Process*. Simulação Empresarial.

ABSTRACT

In a competitive environment, a company that wish as to be recognized as World Class, need a management model that allows their executives a systemic view. Conscious of the need to establish an effective and efficient model to manage a company, executives should always wonder: how to define it, how to implement it and how to evaluate it continuously? In this context , this research seeks to integrate concepts of the systems approach to management and the theory of complex adaptive systems and optimization techniques (more specifically, Artificial Neural Networks, Linear Programming, Simulation, beyond AHP - Analytic Hierarchy Process) in order to develop conceptual and mathematical models, which subsidize corporate executives in their decision making processes: integrated and systemic. These techniques are embodied in a computer system, here called "Socrates, CEO-Robot". This quantitative research begins in the axiomatic descriptive phase and it develops until the normative empirical phase. Is based on the complete cycle of Mitroff et al model. (1974) and on the classification of Bertrand and Fransoo (2002). The results show that "Socrates" is capable of managing an industrial company in a virtual competitive environment generated in a business simulator.

Keywords: Systemic and Integrated Decision Making. Complex Adaptive Systems. Artificial Neural Networks. Linear Programming. Analytic Hierachy Process. Business Simulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Visão sistêmica de uma empresa.....	17
Figura 1.2 – Processo científico como sistema	21
Figura 1.3 – Classificação das metodologias de pesquisa quantitativa.....	22
Figura 1.4 – Estrutura de desenvolvimento da pesquisa.....	27
Figura 2.1 – Evolução dos modelos de gestão.....	29
Figura 2.2 – Processo decisório integrado e sistêmico	35
Figura 2.3 – Modelo genérico de sistema complexo adaptativo.....	43
Figura 2.4 – Representação gráfica de um neurônio: (a) biológico; (b) artificial.	44
Figura 2.5 – Representação gráfica e matemática das funções de ativação	46
Figura 2.6 – Tipos de estrutura de Redes Neurais Artificiais.....	47
Figura 2.7 – Aprendizado por correção de erro.....	49
Figura 2.8 – Rede MLP com funções de ativação sigmoide	52
Figura 2.9 – Rede TDNN.....	53
Figura 2.10 – Exemplo de hierarquia de critérios/objetivos.....	56
Figura 2.11 – Processo decisório para empresas do simulador <i>e-tangram</i>	64
Figura 3.1 – Concepção do modelo conceitual-científico	71
Figura 3.2 – Concepção e validação do modelo conceitual-científico.....	71
Figura 3.3 – Modelo Conceitual-Científico do Sócrates, CEO-Robot.....	75
Figura 3.4 – Perfil do Sócrates, CEO-Robot.....	77
Figura 3.5 – Importância das áreas funcionais no processo decisório	78
Figura 3.6 – Importância das variáveis de decisão da área de Marketing.....	79
Figura 3.7 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Marketing.....	80
Figura 3.8 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Produção	81
Figura 3.9 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Recursos Humanos ...	82
Figura 3.10 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Finanças	83
Figura 3.11 – Sistema Integrado de Regras para a área de Marketing.....	83
Figura 3.12 – Sistema Integrado de Regras para a área de Produção	84
Figura 3.13 – Sistema Integrado de Regras para a área de Recursos Humanos	84
Figura 4.1 – Utilização do modelo conceitual-científico.....	88
Quadro 4.1 – Hierarquia das preferências do Perfil Gerencial I	89
Quadro 4.2 – Pesos de ajustes das variáveis de decisão do Perfil Gerencial I.....	90
Quadro 4.3 – Hierarquia das preferências do Perfil Gerencial II	91

Quadro 4.4 – Pesos de ajustes das variáveis de decisão do Perfil Gerencial II.....	92
Gráfico 4.1 – Preços do CD no mercado local	96
Gráfico 4.2 – Percentuais de gasto com P&Ds do CD no mercado local	96
Gráfico 4.3 – Gasto com comunicação integrada do CD no mercado local	97
Gráfico 4.4 – Salários	97
Gráfico 4.5 – Percentuais de treinamento	98
Gráfico 4.6 – Percentuais de participação nos lucros	98
Gráfico 4.7 – Capacidades de produção	99
Gráfico 4.8 – Capacidade total de produção	99
Gráfico 4.9 – Taxa de retorno sobre o patrimônio líquido	99
Quadro 4.5 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing.....	101
Quadro 4.6 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões da área de Marketing ..	103
Quadro 4.7 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing	104
Quadro 4.8 – Resultados do S.V.A. na área de RH	106
Quadro 4.9 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de RH.....	107
Quadro 4.10 – Produtividade prevista pelo S.I.R. da área de RH	107
Quadro 4.11 – Resultados do S.V.A. na área de Produção	108
Quadro 4.12 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção.....	108
Quadro 4.13 – Capacidade de produção prevista pelo S.I.R.	109
Quadro 4.14 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização	110
Quadro 4.15 – Influência do Perfil Gerencial II nas decisões de Marketing	112
Quadro 4.16 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing	113
Quadro 4.17 – Influência do Perfil Gerencial II nas decisões de RH.....	115
Quadro 4.18 – Produtividade prevista pelo S.I.R. da área de RH	116
Quadro 4.19 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção.....	116
Quadro 4.20 – Capacidade de produção prevista pelo S.I.R.	117
Quadro 4.21 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização	118
Figura A.1 – Tela com o cadastro dos computadores seus componentes	134
Figura A.2 – Tela com o cadastro dos mercados e demandas potenciais	135
Figura A.3 – Tela com o cadastro das linhas de produção	136
Figura A.4 – Tela com o cadastro das empresas competidoras.....	137
Figura A.5 – Cenário inicial para a área de RH e Marketing	138
Figura A.6 – Valores dos Preços e dos gastos com Comunicação Integrada	140
Figura A.7 – DRE e índices financeiros para análise DuPont	141

Figura A.8 – Resultado final para a área de RH e Marketing	142
Figura A.9 – Valores finais dos preços e dos gastos com comunicação integrada .	143
Figura A.10. DRE e índices financeiros finais para análise DuPont	144
Figura B.1. Tela com o cadastro dos tipos de tênis e seus componentes.....	154
Figura B.2. Tela com o cadastro dos mercados e demandas potenciais	155
Figura B.3. Tela com o cadastro das linhas de produção	156
Figura B.4. Tela com o cadastro das empresas competidoras.....	157
Figura B.5. Cenário inicial para a área de RH.....	158
Figura B.6. Cenário inicial para a área de Marketing	159
Figura B.7. Valores dos preços e dos gastos com comunicação integrada	160
Figura B.8. DRE e índices financeiros para análise DuPont	161
Figura B.9. Resultado final para a área de RH e <i>Marketing</i>	162
Figura B.10. Resultado final para a área de Marketing	163
Figura B.11. Valores finais dos preços e dos gastos com comunicação integrada .	164
Figura B.12. DRE e índices financeiros finais para análise DuPont.....	165
Quadro B.1 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing	181
Quadro B.2 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Marketing.....	184
Quadro B.3 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing.....	187
Quadro B.4 – Resultados do S.V.A. na área de RH.....	190
Quadro B.5 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de RH	191
Quadro B.6 – Produtividade prevista pelo SI.R. da área de RH.....	191
Quadro B.7 – Resultados do S.V.A. na área de Produção.....	192
Quadro B.8 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção	192
Quadro B.9 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização.....	193
Quadro B.10 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização.....	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Relações entre SCA e Sócrates	74
Tabela 4.1 – Demanda potencial mensal dos mercados de computadores.	93
Tabela 4.2 – Demanda resultante da política de comercialização das empresas.	94
Tabela 4.3 – Preço da logística de distribuição.	94
Tabela 4.4 – Características das linhas de produção.....	95
Tabela 4.5 – Valores a investir em comunicação integrada	111
Tabela 4.6 – Preços de venda.....	111
Tabela 4.7 – Preços de venda.....	117
Tabela 4.8 – Valores a investir em comunicação integrada	118
Tabela 4.9 – Demanda potencial mensal dos mercados de tênis	120
Tabela 4.10 – Demanda resultante da política de comercialização das empresas .	121
Tabela 4.11 – Preço da logística de distribuição	121
Tabela 4.12 – Características das linhas de produção.....	122
Tabela 4.13 – Valores a investir em comunicação integrada	123
Tabela 4.14 – Preços de venda.....	124
Tabela 4.15 – Valores a investir em comunicação integrada	124
Tabela 4.16 – Valores a investir em comunicação integrada	125
Tabela A.1. Variáveis de decisão da área de Marketing – CD x mercado local	145
Tabela A.2. Variáveis de decisão da área de Marketing – CP x mercado local	146
Tabela A.3. Variáveis de decisão da área de Marketing – CC x mercado local	147
Tabela A.4. Variáveis de decisão da área de Marketing – CD x mercado regional.	148
Tabela A.5. Variáveis de decisão da área de Marketing – CP x mercado regional.	149
Tabela A.6. Variáveis de decisão da área de Marketing – CC x mercado regional.	150
Tabela A.7. Variáveis de decisão da área de RH.....	151
Tabela A.8. Variáveis de decisão da área de Produção.....	152
Tabela A.9. Variáveis de resultado da área de Finanças	153
Tabela B.1. Variáveis de decisão da área de marketing – TPo x Curitiba.....	166
Tabela B.2. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x Curitiba	167
Tabela B.3. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x Curitiba	168
Tabela B.4. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x Curitiba.....	169
Tabela B.5. Variáveis de decisão da área de marketing – TPo x Florianópolis.....	170
Tabela B.6. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x Florianópolis	171

Tabela B.7. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x Florianópolis	172
Tabela B.8. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x Florianópolis	173
Tabela B.9. Variáveis de decisão da área de marketing – TPo x São Paulo	174
Tabela B.10. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x São Paulo	175
Tabela B.11. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x São Paulo	176
Tabela B.12. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x São Paulo	177
Tabela B.13. Variáveis de decisão da área de RH	178
Tabela B.14. Variáveis de decisão da área de produção	179
Tabela B.15. Variáveis de resultado financeiro	180

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
FNQ	Fundação Nacional para a Qualidade
MEG	Modelo de Excelência em Gestão
PL	Programação Linear
RNA	Rede Neural Artificial
SAD	Sistema de Apoio à Decisões
SAC	Sistemas Complexos Adaptativos
MLP	<i>Multi-Layer Perceptron</i>
TDNN	<i>Time Delay Neural Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	16
1.2	TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA.....	19
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo Geral	19
1.3.2	Objetivos Específicos	20
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
1.4.1	Considerações Iniciais	20
1.4.2	Classificação da Pesquisa	24
1.5	RELEVÂNCIA E INEDITISMO DA PESQUISA	24
1.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	25
1.7	ESTRUTURA DA PESQUISA	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	TEORIAS DA ADMINISTRAÇÃO	28
2.1.1	Evolução dos Modelos de Gestão Empresarial	28
2.1.2	Pensamento Sistêmico na Administração	32
2.2	TEORIAS DA COMPLEXIDADE.....	36
2.2.1	Considerações Gerais	36
2.2.2	Teoria do Caos	39
2.2.3	Teoria das Estruturas Dissipativas	40
2.2.4	Teoria dos Sistemas Complexos Adaptativos	41
2.3	TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS.....	43
2.3.1	Redes Neurais Artificiais	43
2.3.1.1	Considerações Iniciais.....	43
2.3.1.2	Funções de Ativação	45
2.3.1.3	Estruturas de RNA.....	46
2.3.1.4	Aprendizado de RNA	48
2.3.1.5	<i>Perceptron</i> de Uma Camada	50
2.3.1.6	<i>Perceptron</i> de Múltiplas Camadas.....	51
2.3.1.7	Redes TDNN	53
2.3.2	Programação Linear	54
2.3.3	<i>Analytic Hierarchy Process - AHP</i>	55

2.3.4	Simulação de Sistemas	58
2.3.4.1	Modelagem e Simulação	58
2.3.4.2	Simulação Empresarial.....	59
2.3.4.3	Simulação Empresarial <i>e-tangram</i>	61
2.4	TRABALHOS CORRELATOS	65
3	PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO	70
3.1	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	70
3.2	MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO.....	70
3.2.1	Questões Metodológicas	70
3.2.2	Modelo Conceitual	72
3.2.2.1	Fundamentação Teórica.....	72
3.2.2.2	Descrição do Modelo	74
3.2.3	Modelo Científico	76
3.2.3.1	Considerações Iniciais.....	76
3.2.3.2	Perfil Gerencial de Sócrates	76
3.2.3.3	Sistema de Vigilância Ambiental (Fatores Externos)	79
3.2.3.4	Sistema Integrado de Regras	83
3.2.3.5	Sistema de Avaliação de Desempenho	86
4	RESULTADOS	88
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	88
4.2	PERFIL GERENCIAL DE SÓCRATES	89
4.2.1	Perfil Gerencial I	89
4.2.2	Perfil Gerencial II	91
4.3	AMBIENTE DE SIMULAÇÃO I	93
4.3.1	Descrição: Mercado de Computadores	93
4.3.2	Empresas Simuladas: Resultados	95
4.3.3	Treinamento dos Subsistemas de Sócrates	100
4.3.4	Sócrates como Decisor no Ambiente de Simulação I	100
4.3.4.1	Decisor com Perfil Gerencial I	100
4.3.4.2	Decisor com Perfil Gerencial II	111
4.3.5	Análise dos Resultados	119
4.4	AMBIENTE DE SIMULAÇÃO II	119
4.4.1	Descrição: Mercado de Tênis	119
4.4.2	Empresas Simuladas: Resultados	122

4.4.3	Treinamento dos Subsistemas de Sócrates	123
4.4.4	Sócrates como Decisor no Ambiente de Simulação II	123
4.4.4.1	Decisor com Perfil Gerencial I	123
4.4.4.2	Decisor com Perfil Gerencial II	124
4.4.5	Análise dos Resultados	125
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	126
5.1	CONCLUSÕES INICIAIS.....	126
5.2	CONCLUSÕES FINAIS.....	127
5.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	128
	REFERÊNCIAS.....	130
	APÊNDICE A – AMBIENTE DE SIMULAÇÃO – COMPUTADORES	134
	APÊNDICE B – AMBIENTE DE SIMULAÇÃO – TÊNIS	154

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

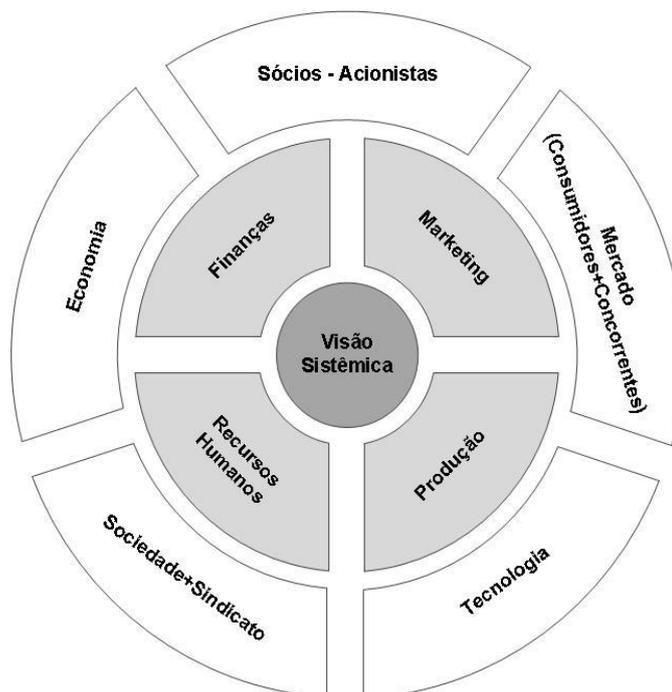
A sociedade costuma se organizar, a partir de semelhanças, em grupos. Esses, por sua vez, identificam os seus integrantes mais ilustres, segundo critérios do próprio grupo, e os têm como modelos, como exemplos a serem seguidos.

No mundo empresarial ocorre o mesmo fenômeno. As empresas se destacam por seus resultados. Tais resultados envolvem, além dos aspectos econômicos e financeiros, também a responsabilidade ambiental e social, participação no mercado, processos de gestão, relação com seus empregados, fornecedores e clientes. Aquelas que se destacam em todos os critérios, estabelecidos nesse mundo empresarial, são denominadas *Empresas Classe Mundial*.

Uma empresa, inserida em um ambiente competitivo e em constante mudança, que deseja ser reconhecida como *Classe Mundial*, necessita de um modelo de gestão que possibilite aos seus executivos uma visão sistêmica. Visão sistêmica no sentido de compreendê-la como um sistema integrado (Figura 1.1) ao ambiente no qual está inserida, onde o desempenho de cada um dos elementos do modelo pode afetar não apenas a própria empresa, mas as partes interessadas (*stakeholders*).

Observa-se, na figura 1.1, um anel externo, composto dos seguintes agentes externos: (i) sócios e/ou acionistas, que precisam ter retorno dos seus investimentos na empresa; (ii) mercado, composto por consumidores e empresas concorrentes, que devem satisfazê-los; (iii) tecnologia, que está em constante evolução e interfere nos processos empresariais; (iv) sociedade e sindicato, que estão em constante interação em busca do equilíbrio entre capital e trabalho; (v) economia, que interfere, com suas regras, nas operações e resultados das empresas. No anel intermediário é possível identificar as principais áreas funcionais da empresa, com seus objetivos específicos: (i) *Marketing*; (ii) *Produção*; (iii) *Recursos Humanos*; (iv) *Finanças*. E, no círculo central, o sistema responsável pela visão sistêmica e pela integração de todas as variáveis intervenientes no processo decisório da empresa.

Figura 1.1 – Visão sistêmica de uma empresa.



Conscientes da necessidade de definir um modelo eficaz e eficiente para administrar uma empresa, os executivos devem estar sempre se questionando: como defini-lo, como implementá-lo, como avaliá-lo continuamente?

Na década de 1980, um grupo de especialistas analisou uma série de empresas americanas bem sucedidas, consideradas como “ilhas de excelência”, em busca de características comuns que as diferenciavam das demais. Estas características foram identificadas, e eram compostas por valores organizacionais que podiam ser facilmente percebidos como parte da cultura dessas organizações. Os valores eram praticados por todas as pessoas que pertenciam a elas, desde os executivos até os empregados dos escalões inferiores. Os valores identificados nas organizações de sucesso foram considerados, então, como os fundamentos para a formação de uma cultura de gestão voltada para resultados. Esses fundamentos deram origem, em 1987, ao *Malcolm Baldrige National Quality Award*.

Na versão brasileira, o MEG-FNQ (Modelo de Excelência em Gestão da Fundação Nacional da Qualidade) está alicerçado (desde a sua origem em 1991) no mesmo conjunto de fundamentos estudados pelos pesquisadores americanos. Para

atender aos anseios da sociedade brasileira, os fundamentos são periodicamente revisados com o objetivo de aprimorar o modelo continuamente (FNQ, 2012).

Neste modelo, a empresa é considerada um sistema orgânico adaptável ao ambiente externo. Ou seja, uma empresa é um sistema que tem seus elementos internos (liderança, estratégias, processos e pessoas) e externos (cliente e sociedade), imersos num ambiente de informação e conhecimento, se relacionando de forma harmônica e integrada, com o objetivo de alcançar resultados, e atingir a sustentabilidade organizacional. Os resultados obtidos são o “orientador” do desempenho da organização e de suas tendências em relação a clientes e mercado, situação econômico-financeira, pessoas, fornecedores, processos relativos ao produto, sociedade, processos de apoio e processos organizacionais (FNQ, 2012).

Morais (2006), então diretora-presidente da FNQ, disse: “Visão sistêmica é o olhar que permite enxergar de modo claro cada processo de cada negócio. É a visão do todo, buscando a excelência naquilo que diz respeito, tanto no que se refere às coisas tangíveis (produtos, por exemplo) quanto intangíveis (marca, imagem, talentos), contemplando todas as partes interessadas (*stakeholders*)”.

Contudo, o modelo MEG-FNQ é apresentado de modo conceitual, sem definir as ferramentas que poderiam instrumentalizar os processos decisórios dos executivos das empresas.

Analisando os aspectos conceituais do modelo MEG-FNQ, é possível identificar as seguintes teorias e técnicas que poderiam fundamentar o desenvolvimento de modelos instrumentais para as empresas:

- Teorias da Administração, dentre as quais é possível destacar a Administração Sistêmica.
- Teorias da Complexidade, das quais se destacam os Sistemas Complexos Adaptativos – SCA.
- Otimização e Simulação de Sistemas, onde a ênfase pode ser dada às Redes Neurais Artificiais (RNA), à Programação Linear (PL), ao *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e à Simulação Empresarial.

Neste contexto é possível perceber um campo fértil para estudos e pesquisas que tenham como objetivo o desenvolvimento de novos conhecimentos que apoiem os processos decisórios das empresas, de modo integrado e sistêmico. Desenvolvimento este, na perspectiva de Takeuchi e Nonaka (2008), no qual a

geração do conhecimento ocorre em uma espiral infinita de ciclos com quatro fases: socialização, externalização, combinação e internalização.

1.2 TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

O macro-ambiente político-legal, econômico, sociocultural e tecnológico e o ambiente setorial, nos quais as empresas estão inseridas, encontram-se em constante mutação devido à complexidade das relações existentes entre os diversos atores que nele atuam, incluindo as próprias empresas. Esta constante mutação gera influências externas que podem criar desequilíbrios no ambiente interno dessas empresas. Desequilíbrios que precisam de ajustes ou, cientificamente, decisões e ações, com vistas a levar a empresa a um novo equilíbrio.

A possibilidade da existência de um modelo conceitual-científico, que subsidie a gestão integrada e sistêmica, irá responder às questões apresentadas anteriormente: como definir, implementar e avaliar continuamente um modelo eficaz e eficiente para administrar uma empresa?

Neste contexto, é possível definir a pergunta da presente pesquisa: *“A abordagem sistêmica da administração, a teoria dos sistemas complexos adaptativos, as técnicas de otimização e simulação (Redes Neurais Artificiais, Analytic Hierarchy Process, Programação Linear e Simulação Empresarial), oferecem possibilidades de integração de seus fundamentos e técnicas para o desenvolvimento de um modelo conceitual-científico que subsidie o processo decisório, integrado e sistêmico, de uma empresa industrial?”*

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é: “Verificar como a abordagem sistêmica da administração, a teoria dos sistemas complexos adaptativos, e técnicas de otimização (mais especificamente, as técnicas de Redes Neurais Artificiais, de Programação Linear, o *Analytic Hierarchy Process* e de Simulação) podem ser combinadas, a partir de um sistema de regras de interação das variáveis, externas e internas, para o desenvolvimento de um modelo conceitual-científico que subsidie as

empresas industriais nos seus processos decisórios, de modo integrado e sistêmico”.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos, que contribuem para a consecução do objetivo geral, são:

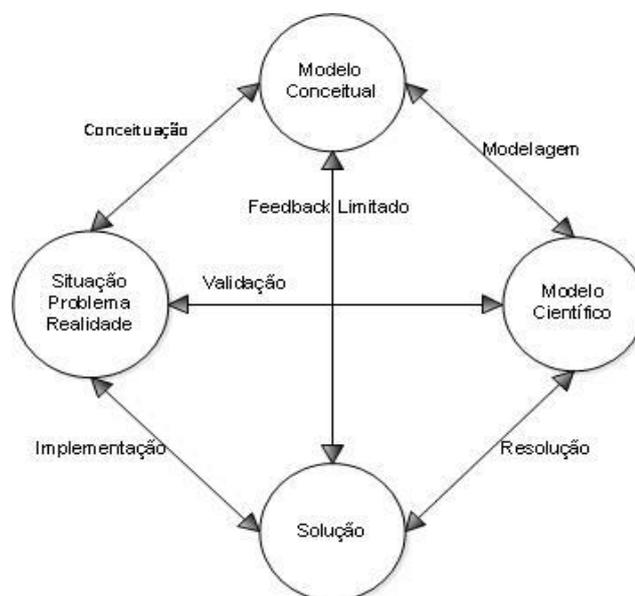
- Verificar como os conceitos da abordagem sistêmica da administração e da teoria dos sistemas complexos adaptativos podem ser combinados, para subsidiar a definição de um modelo conceitual-científico que subsidie as empresas industriais nos seus processos decisórios, de modo integrado e sistêmico.
- Verificar como a teoria dos sistemas complexos adaptativos e as técnicas de Redes Neurais Artificiais podem ser combinadas, para subsidiar a definição de um modelo conceitual-científico que subsidie as empresas industriais nos seus processos decisórios, de modo integrado e sistêmico.
- Verificar como as técnicas de Redes Neurais, o *Analytic Hierarchy Process* e a Programação Linear podem ser combinadas, a partir de um sistema de regras de interação das variáveis, externas e internas, para subsidiar a definição de um modelo conceitual-científico que subsidie as empresas industriais nos seus processos decisórios, de modo integrado e sistêmico.
- Verificar se o modelo conceitual-científico é capaz de subsidiar o processo decisório de uma empresa industrial, em ambiente competitivo, de um simulador empresarial.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.4.1 Considerações Iniciais

Uma das mais importantes contribuições ao estudo de Metodologia no campo da modelagem quantitativa foi o artigo seminal de Mitroff *et al.* (1974). Nesse trabalho foi apresentado um esquema, consubstanciado na figura 1.2, para o desenvolvimento do processo científico como um sistema, fundamentado no processo de solução de problemas.

Figura 1.2 – Processo científico como sistema



Fonte: Mitroff *et al.* (1974)

O modelo proposto por Mitroff *et al.* (1974) é representado por seis processos básicos:

- **Conceituação:** interpretação da realidade, ou partes dela, e descrição dessa situação-problema por meio de um modelo conceitual. É o processo que pode ser considerado como a fase qualitativa da pesquisa.
- **Modelagem:** representação do modelo conceitual por um modelo científico, que em algumas situações são modelos matemáticos.
- **Resolução do modelo:** processo de obtenção de uma solução para o modelo científico.
- **Feedback:** análise da coerência entre a solução obtida e o modelo conceitual.
- **Implementação:** processo de aplicação da solução obtida na realidade ou situação-problema.
- **Validação:** verificação de se o modelo científico corresponde à realidade ou de partes dela.

Com este modelo sistêmico é possível estabelecer diversos modos para o processo científico. Ele pode começar e terminar em qualquer um dos 4 pontos do

diagrama da figura 1.2, estabelecendo um conjunto de processos que irão caracterizar a pesquisa a ser desenvolvida.

Fundamentados no trabalho de Mitroff *et al.* (1974), Bertrand e Fransoo (2002) apresentam uma classificação das metodologias de pesquisa em Administração da Produção que utilizam modelagem quantitativa.

Pesquisa quantitativa baseada em modelos é a pesquisa na qual são desenvolvidos, analisados e testados, modelos de relações causais entre as variáveis de controle e desempenho. Estas partem do princípio que é possível construir modelos que expliquem parte do comportamento dos processos reais, ou que é possível considerar parte das variáveis utilizadas nos processos decisórios em ambientes empresariais. Os diferentes tipos de pesquisa quantitativa são apresentados na figura 1.3.

Figura 1.3 – Classificação das metodologias de pesquisa quantitativa



Fonte: Bertrand e Fransoo (2002)

Ambas as classificações, axiomática e empírica, podem ser subdivididas em descritiva e normativa. A área descritiva relaciona-se com o estudo de um processo, enquanto que a normativa, ao estudo de um problema.

A pesquisa axiomática possui as seguintes características: (i) é desenvolvida a partir de um modelo matemático (assume-se que alguns aspectos do problema não afetam a solução); (ii) procura soluções que forneçam conhecimento sobre a

estrutura do problema; (iii) utiliza métodos formais tais como: matemática, estatística e ciências da computação.

Os passos para realizar uma pesquisa axiomática são os seguintes: (i) descrição das características do problema a ser estudado, a partir de um modelo conceitual; (ii) especificação do modelo científico (em termos matemáticos).

A pesquisa axiomática descritiva parte de um modelo conceitual, representativo do problema. Deste, desenvolve um modelo científico. Este modelo científico é analisado e, desta análise, gera-se um novo conhecimento sobre o problema em questão. Os modelos conceitual e científico são a “espinha dorsal” deste tipo de pesquisa. Nela, não se busca a solução do modelo, mas sim, a efetividade da descrição das características do problema estudado.

A extensão para a solução do modelo é feita na pesquisa axiomática normativa, onde a solução passa a ser o ponto focal da pesquisa. Em muitas pesquisas axiomáticas normativas, o processo de modelagem também está incluído e os resultados retornam ao modelo conceitual, que equivale ao que Mitroff *et al.* (1974) chama de *feedback* limitado. As pesquisas, no domínio da Pesquisa Operacional, são classificadas como axiomáticas normativas.

A pesquisa empírica, por sua vez, tem por objetivo criar um modelo que descreva adequadamente as relações causais que possam existir na realidade e que permitam a compreensão do problema. A sua essência é a validação dos modelos conceitual e científico da pesquisa axiomática.

A pesquisa empírica descritiva tem foco na criação de um modelo que descreva adequadamente as relações causais que possam existir na realidade e levem ao entendimento do problema.

Na pesquisa empírica normativa, por sua vez, são desenvolvidas políticas, estratégias e ações que melhorem o estágio atual do conhecimento sobre um determinado problema. Geralmente, essa pesquisa é desenvolvida a partir de pesquisas axiomáticas descritivas, que já consolidaram os estágios de modelagem e solução do modelo.

1.4.2 Classificação da Pesquisa

A presente pesquisa pode ser classificada como: (i) de natureza aplicada; (ii) com objetivo exploratório; (iii) com abordagem quantitativa.

É aplicada, pois gera conhecimentos – um modelo conceitual-científico – para aplicação prática para os processos de tomada de decisão em empresas industriais.

É exploratória, em função da construção de um modelo conceitual-científico resultante da integração de teorias e técnicas já conhecidas, mas ainda não utilizadas de modo sistêmico na representação de uma empresa industrial, em um ambiente competitivo.

A pesquisa é desenvolvida segundo as abordagens quantitativas: axiomática e empírica, normativas, de acordo com a classificação de Bertrand e Fransoo (2002).

Na fase axiomática normativa, o objetivo é o desenvolvimento do referido modelo conceitual-científico.

Na fase empírica normativa, por sua vez, o objetivo é o aperfeiçoamento do modelo conceitual-científico, a partir da utilização do Simulador Empresarial *e-tangram*.

Fazendo, ainda, analogia com a proposta metodológica de Mitroff *et al.* (1974), nota-se que esta pesquisa é desenvolvida segundo o ciclo completo deste modelo. Isto significa que a pesquisa considera os processos de conceituação, modelagem, validação e resolução.

1.5 RELEVÂNCIA E INEDITISMO DA PESQUISA

De acordo com Carlile e Christensen (2006), é preciso pensar a "teoria" como um conjunto de conhecimentos que os pesquisadores desenvolvem, cumulativamente. Isto faz com que se reflita sobre como são construídas as teorias: (i) em primeiro lugar, pela observação da realidade, propondo um modelo que a explique; (ii) em segundo, pela proposição de um modelo que será testado na prática.

Borgatti Neto (2007) constatou que os estudos e pesquisas que relacionam a teoria da complexidade com a gestão de empresas têm foco nas questões

conceituais. Observou, ainda, que as perspectivas das teorias da complexidade estão relacionadas à evolução da Teoria Geral dos Sistemas.

Na conclusão de sua pesquisa, Borgatti Neto (2007) afirma que: (i) a construção de modelos virtuais para o estudo dos sistemas complexos pode provocar uma co-evolução acelerada em todas as áreas do saber; (ii) novos modelos organizacionais serão desenvolvidos, ideias antigas de teóricos organizacionais poderão ser impulsionadas pelo aprendizado de dinâmicas virtuais, assim como novas teorias irão surgir.

Segundo Borgatti Neto (2007), desenvolver modelos, para explicar e simular consequências de decisões que possam ser “generalizáveis” para todos os sistemas com dinâmica não-linear, é o principal interesse das teorias da complexidade.

Neste contexto, pode-se afirmar que a relevância e o ineditismo desta pesquisa estão no fato de que a mesma gera um modelo conceitual-científico resultante da integração de teorias (da Administração e da Complexidade) e técnicas (RNA, AHP e Programação Linear) já conhecidas, porém estudadas e aplicadas individualmente, para a representação do processo decisório, integrado e sistêmico, de uma empresa industrial, em um ambiente competitivo.

Tem, ainda, como produto, o Sócrates: o CEO-Robot (*Chief Executive Officer Robot*), sistema computacional desenvolvido a partir dos modelos: conceitual e matemático desta pesquisa e que é capaz de subsidiar o processo decisório: de modo integrado e sistêmico, em uma empresa industrial.

O nome Sócrates é um tributo ao filósofo (470 – 390 a.C.), que certa vez disse: “Sobre qualquer coisa que um homem possa presidir, ele será, se souber do que precisa e se for capaz de provê-lo, um bom presidente, quer tenha a direção de um coro, uma família, uma cidade ou um exército. Não desprezeis homens hábeis em administrar seus haveres”.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa se limitou em desenvolver um modelo conceitual-científico e validá-lo em um ambiente de simulação empresarial. Isto pela impossibilidade de se obter dados reais de várias empresas que competem em um determinado segmento

da economia. Dados estes, em parte confidenciais, visto que estão relacionados às estratégias adotadas por essas empresas.

Apesar desta limitação, enquanto não for validado em ambientes empresariais reais, o modelo conceitual-científico pode ser utilizado em processos de ensino-aprendizagem. Isto porque gera a possibilidade de avaliar os resultados obtidos por Sócrates (com seus diversos perfis gerenciais), em diversos ambientes empresariais virtuais.

1.7 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este trabalho está organizado em capítulos e seções, de acordo com a representação esquemática apresentada na figura 1.4.

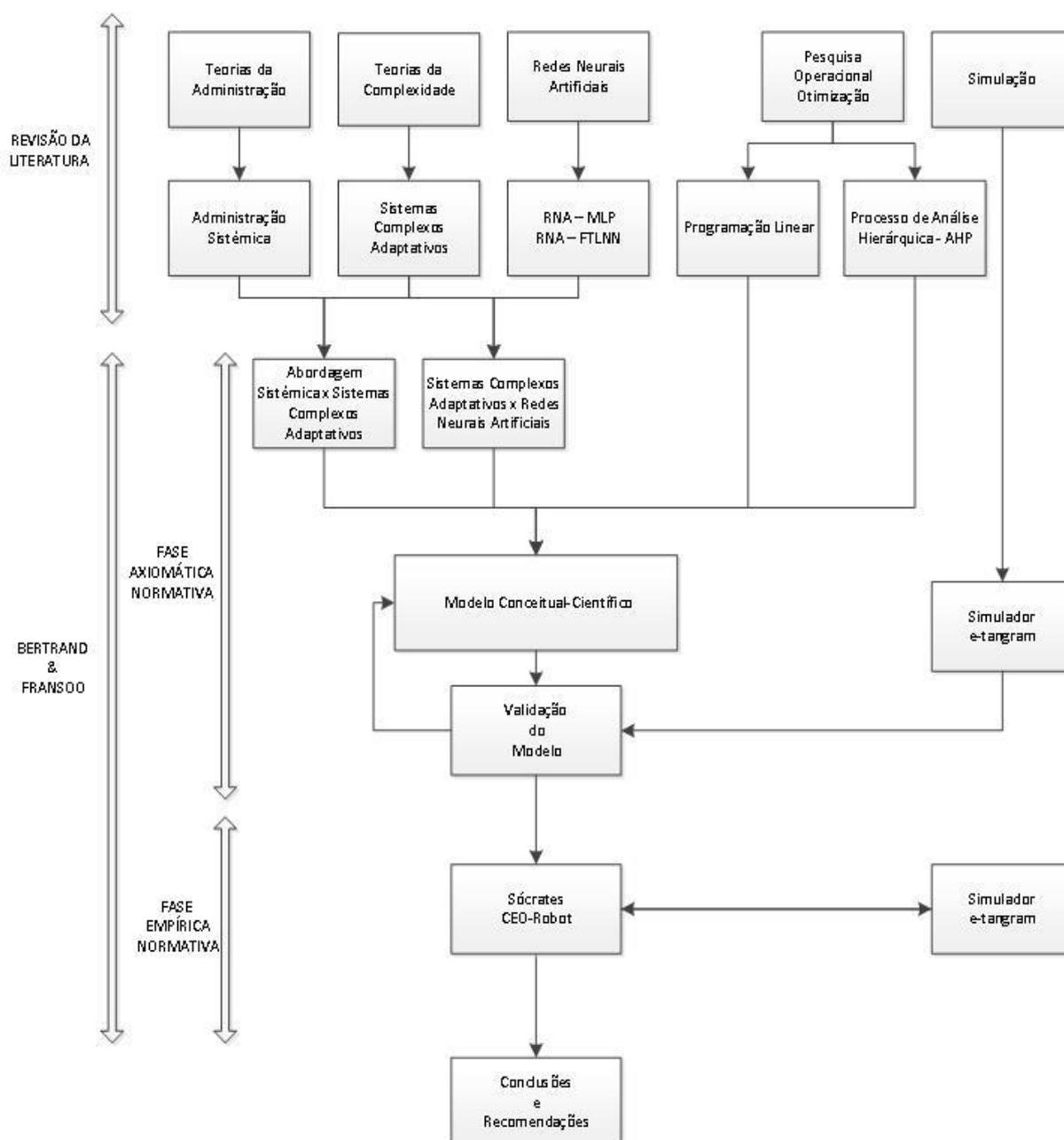
Inicialmente, no capítulo 2 são apresentados os principais conceitos e técnicas que fundamentam cientificamente este trabalho. São eles: Teorias da Administração (Evolução; Pensamento Sistêmico); Teorias da Complexidade (Teoria do Caos; Teoria das Estruturas Dissipativas; Teoria dos Sistemas Complexos Adaptativos); Redes Neurais Artificiais (Redes MLP; Redes TDNN); Técnicas de Otimização (Programação Linear; *Analytic Hierarchy Process*); Simulação (Simulador Empresarial *e-tangram*).

No Capítulo 3 é apresentado o modelo conceitual-científico (matemático) do Sócrates – o CEO-Robot. Sócrates. Um diretor executivo virtual, capaz de subsidiar o processo decisório, de modo sistêmico e integrado, para as áreas de Marketing, Produção, Recursos Humanos e Finanças de uma empresa industrial. Um diretor, capaz de assumir diversos perfis gerenciais, cada um deles com uma tendência em uma das áreas funcionais da empresa: Marketing, Produção, Recursos Humanos ou Finanças.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos com a utilização do Sócrates – o CEO-Robot. Esses resultados foram obtidos em um ambiente de simulação gerado pelo simulador empresarial *e-tangram*.

E, finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Figura 1.4 – Estrutura de desenvolvimento da pesquisa



2 REFERENCIAL TEÓRICO

São apresentados neste capítulo os temas envolvidos no modelo conceitual-científico proposto, que está detalhado no Capítulo 3. São eles: Teorias da Administração; Teorias da Complexidade, além de Técnicas de Otimização e Simulação de Sistemas.

2.1 TEORIAS DA ADMINISTRAÇÃO

2.1.1 Evolução dos Modelos de Gestão Empresarial

As empresas, num ambiente de mudanças constantes, em função da globalização e dos avanços tecnológicos, vêm percebendo a importância da revisão dos seus modelos de gestão. Acompanhando esta “evolução ambiental”, novas práticas de gestão estão sendo desenvolvidas ou alteradas.

Neste contexto, as empresas têm a necessidade de desenvolver processos de gestão que sejam integrados e sistêmicos. Integrados, de modo a permitir que todas as variáveis intervenientes no processo sejam consideradas, segundo o seu grau de importância. Sistêmico, de modo a considerar os interesses de todas as partes interessadas (*stakeholders*). Processos de gestão, integrados e sistêmicos, tornam as empresas capazes de atender as demandas da sociedade e agir com proatividade, de forma efetiva (isto é, eficaz e eficientemente).

Pereira (1995) descreve a evolução dos modelos de gestão através da análise de três níveis conceituais: as ondas de transformação, as eras empresariais e os modelos de gestão (figura 2.1). Este trabalho seminal, além de organizar em um *framework* os diversos modelos de gestão, faz previsões sobre as tendências dos novos modelos.

Toffler (1980), ao introduzir o conceito de “ondas de transformação”, evidencia os momentos históricos de evolução da sociedade humana:

- Revolução Agrícola (até 1750).
- Revolução Industrial dividida em três períodos: 1º período, de 1750 a 1870; 2º período, de 1870 a 1950 e 3º período, a partir de 1950.
- Revolução da Informação a partir de 1970.

Para cada um dos períodos são apresentados os modelos vigentes, relacionando-os aos aspectos político, econômico, social, tecnológico e organizacional da época (Figura 2.1).

Figura 2.1 – Evolução dos modelos de gestão



Fonte: Pereira (1995).

A Revolução Agrícola, caracterizada pela “Era Agrícola”, configurando a primeira onda que tinha como base da economia, a terra, sendo que os meios utilizados para produção eram através da força muscular humana e animal, e fontes renováveis (vento, chuva, etc.); a produção era basicamente artesanal e para subsistência.

A Revolução Industrial caracterizada pelas “Eras Empresariais”, segundo Maranaldo (1989), evidencia os estágios da evolução empresarial, configurando a segunda onda de transformação de Toffler. Modelos de gestão próprios foram desenvolvidos para cada um dos três períodos. Para Santos *et al.* (2001), um modelo de gestão compreende um conjunto próprio de concepções filosóficas, ideias e ações administrativas que operacionalizam as práticas gerenciais nas

organizações. Assim, os modelos de gestão, com suas características próprias, que se configuraram nos três períodos supracitados, são:

- Era da Produção em Massa, que enfatiza a quantidade de produção e a padronização de bens, visando obter produtividade. A empresa não se preocupava com o cliente, mas sim, em determinar a especificação do produto, no processo na linha de montagem. Procurava-se atingir grandes volumes de produção a fim de reduzir o custo.
- Era da Qualidade, a ênfase estava na busca pela satisfação do cliente e na filosofia da melhoria contínua dos processos. Desenvolveu-se uma gestão através de equipes, visando motivar e comprometer as pessoas com os resultados.
- Era da Competividade, cuja ênfase estava na informação e no conhecimento, buscando a sobrevivência e sustentabilidade da empresa, numa economia cada vez mais globalizada, em um mercado cada vez mais competitivo. Visava-se atender aos interesses de clientes, colaboradores, comunidade e acionistas.

Na Revolução da Informação, caracterizada pela terceira onda, consolida-se a denominada “Era da Informação e do Conhecimento”, personalizada pela evolução da tecnologia da informação. Tecnologia que está influenciando, de forma drástica, os atuais modelos de gestão. A utilização de sistemas de informação está proporcionando, de modo irreversível, mudanças organizacionais e no comportamento das pessoas. A da Era da Informação e do Conhecimento convive com modelos emergentes, tais como: (i) empresa virtual; (ii) gestão do conhecimento; (iii) modelos biológicos, quânticos; (iv) modelos fundamentados nas teorias da complexidade (pensamento sistêmico e não-linearidade).

O pensamento sistêmico deve ser entendido, então, como uma filosofia ou uma forma de produzir, interpretar e utilizar conhecimentos, podendo ser aplicado em todas as áreas da atividade e do raciocínio. É um método de resolver problemas e organizar conjuntos complexos de conceitos e visões fragmentadas. Permite que se faça a integração de conceitos e teorias específicas com vistas à interpretação e à busca de soluções para os problemas complexos. E, este fato provoca a mudança de paradigma nos processos de tomada de decisões.

Segundo Almeida *et al* (2010), o processo decisório desenvolve-se ao longo de seis etapas. Na primeira etapa, deve-se definir qual a essência do problema ou da oportunidade e analisar a situação como um todo. Na segunda, obter dados e informações, internas e externas, sobre a situação. A terceira etapa consiste na geração de alternativas de solução. É necessário, nesta etapa, avaliar a relação de custo/benefício de cada alternativa. A quarta etapa corresponde à avaliação e escolha da melhor alternativa. As alternativas são avaliadas e comparadas de modo a se escolher a mais adequada à situação. Na quinta etapa deve-se transformar a solução em ação efetiva, através da implementação da solução escolhida. A sexta, na avaliação dos resultados. Deve-se monitorar o andamento da ação e avaliar os resultados e as consequências. Cada uma das etapas influencia as demais e todo o conjunto do processo.

Essas etapas precisam ser sistematizadas. A melhor forma de sistematizá-las é por meio da construção de um modelo, denominado por Turban (2005) de Sistema de Apoio a Decisões (SAD). Um SAD é um sistema de informação baseado em computador que combina modelos e dados em uma tentativa de resolver problemas relacionados à tomada de decisões.

O processo de modelagem, representado pelo mundo simbólico, recomenda um curso de ação que complemente o uso da intuição para tomar decisões, utilizando um modelo quantitativo que represente a essência da situação.

Após construir o modelo (quantitativo), este é analisado de modo a gerar alguns resultados ou conclusões, para em seguida, realizar a interpretação dos resultados. Quando incrementado pela intuição e experiência do gerente, esse processo de modelagem leva a melhores decisões.

Para Moore e Weatherford (2005), os modelos são usados por, pelo menos, sete motivos: (i) forçam os decisores a serem explícitos com relação aos objetivos; (ii) forçam a identificar tipos de decisões que influenciam os objetivos; (iii) forçam a identificar e registrar interações entre essas decisões; (iv) forçam a pensar cuidadosamente sobre variáveis a serem incluídas e suas definições em termos que sejam quantificáveis; (v) forçam a considerar que dados são pertinentes para a quantificação dessas variáveis e a determinar suas interações; (vi) forçam a reconhecer restrições (limitações) nos valores que essas variáveis quantificadas podem assumir; (vii) permitem a comunicação de ideias para facilitar o trabalho em

equipe. Os modelos ajudam a prever o futuro, explorar alternativas, ampliar a flexibilidade e reduzir o tempo de reação.

2.1.2 Pensamento Sistêmico na Administração

O biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy elaborou, na década de 1950, uma teoria interdisciplinar capaz de transcender aos problemas exclusivos de cada ciência e proporcionar princípios e modelos gerais para todas as ciências envolvidas. Assim, segundo von Bertalanffy, as descobertas efetuadas em uma determinada ciência podem ser utilizadas pelas demais.

Essa teoria interdisciplinar – denominada Teoria Geral dos Sistemas – demonstra o isomorfismo das várias ciências, permitindo maior aproximação entre as suas fronteiras e o preenchimento das lacunas existentes entre elas. Essa é a teoria da integração: os sistemas não podem ser plenamente compreendidos apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes.

Assim, os diversos ramos do conhecimento passam a tratar seus objetivos de estudos como sistemas. Dentre eles está a Administração.

O Pensamento Sistêmico da Administração é suportado por três escolas: Teoria de Sistemas, Cibernética na Administração, Teoria Matemática da Administração.

A Teoria Geral dos Sistemas, segundo von Bertalanffy, tem por finalidade identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles.

A Teoria Geral dos Sistemas é interdisciplinar, isto é, pode ser utilizada para fenômenos investigados nos diversos ramos tradicionais da pesquisa científica. Ela não se limita aos sistemas materiais, mas aplica-se a todo e qualquer sistema constituído por componentes em interação. Além disso, a Teoria Geral dos Sistemas pode ser desenvolvida em várias linguagens matemáticas, em linguagem escrita ou ainda computadorizada.

A aplicação do pensamento sistêmico tem uma particular importância para as ciências sociais, em especial, à Administração e à Engenharia de Produção. Isto se dá pelos seguintes motivos:

- Permite entender e manejar a complexidade de qualquer situação ou problema enfrentado pelas empresas.
- Estabelece a importância de considerar o ambiente como determinante da efetividade empresarial.
- Consolida a abordagem situacional (contingencial) para o processo administrativo, segundo a qual as práticas administrativas e a estrutura organizacional devem estar em sintonia com o ambiente para serem efetivas.
- Facilita o tratamento da questão estratégica na administração e de outros enfoques, para os quais a visão global é importante.

A Cibernética, por sua vez, é a ciência da comunicação e do controle, seja no homem, seja na máquina. A comunicação é que torna os sistemas integrados e coerentes e o controle é que regula o seu comportamento. A Cibernética compreende os processos e sistemas de transformação da informação, e sua concretização em processos físicos, fisiológicos, psicológicos de transformação da informação. É a teoria dos sistemas de controle baseada na comunicação (transferência de informação) entre o sistema e o meio e dentro do sistema, e do controle (retroação) da função dos sistemas com respeito ao ambiente.

O campo de estudo da Cibernética são os sistemas. Sistema é qualquer conjunto de elementos que estão dinamicamente relacionados entre si, formando uma atividade para atingir um objetivo, operando sobre entradas, (informação, energia e matéria) e fornecendo saídas (informação, energia ou matéria) processadas. Os elementos, as relações entre eles e os objetivos (ou propósitos) constituem os aspectos fundamentais da definição de um sistema.

Duas são as principais consequências da Cibernética na Administração: (i) Automação – os autômatos, em Cibernética, são estruturas que contém dispositivos capazes de tratar informações, que recebem do meio exterior, e produzir ações ou respostas; (ii) Informática – importante ferramental tecnológico capaz de promover o desenvolvimento econômico e social pela agilização do processo decisório e pela otimização da utilização dos recursos existentes.

Uma área da Matemática aplicada à Administração, conhecida como Pesquisa Operacional, dá ênfase aos processos decisórios, tratando-os de modo lógico e racional, por meio de uma abordagem quantitativa.

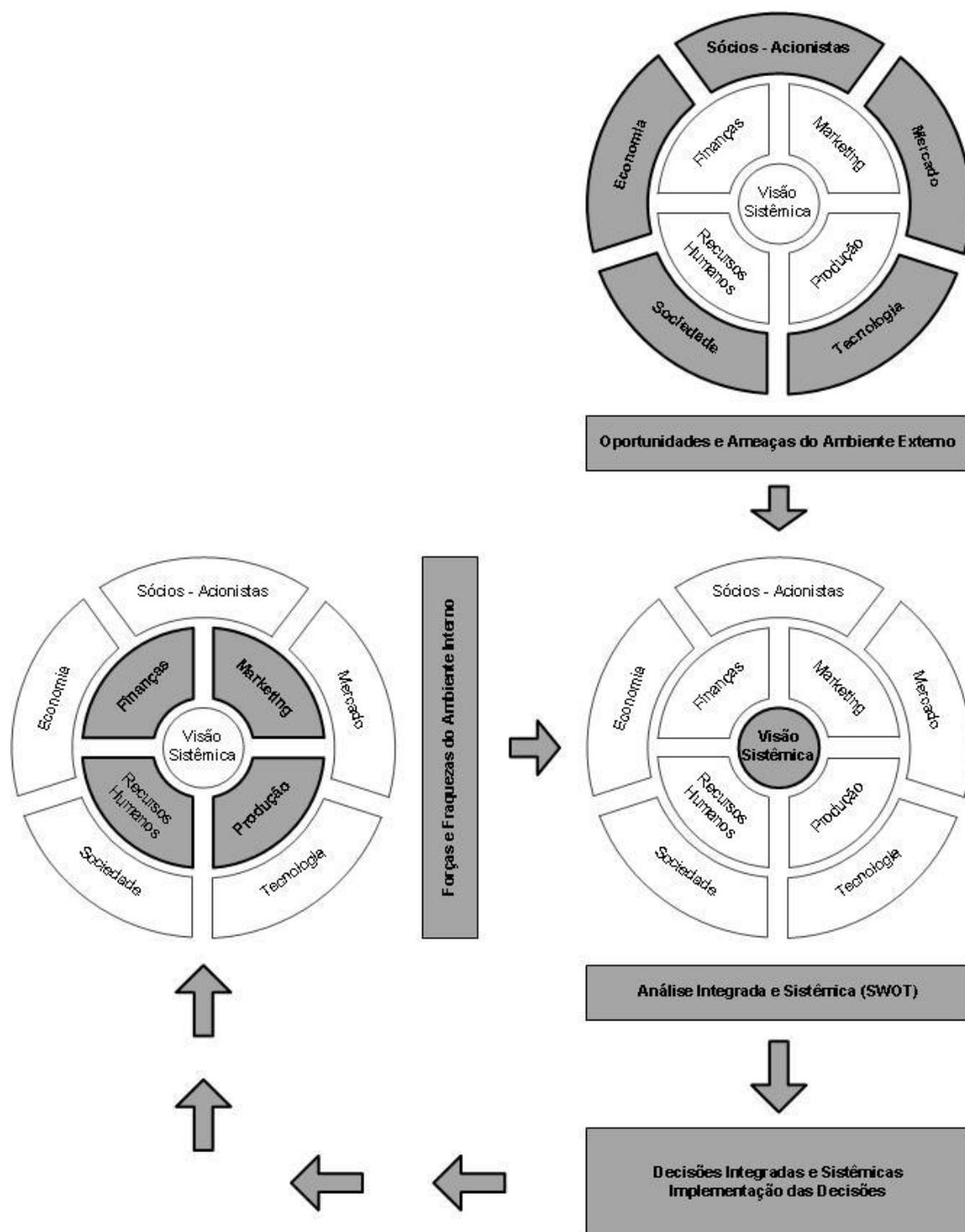
A Pesquisa Operacional preocupa-se, dentre outras atividades, em construir modelos matemáticos capazes de simular situações reais na empresa. A criação de modelos matemáticos volta-se principalmente para a resolução de problemas de tomada de decisão. O modelo é usado para a simulação de situações futuras e a avaliação da probabilidade de sua ocorrência.

Um modelo, que consubstancia o processo decisório integrado e sistêmico de uma empresa, sob a influência de variáveis oriundas dos seus ambientes (externo e interno), proposto por Wollmann (2010), é apresentado na figura 2.2.

O processo decisório integrado e sistêmico, representado pela figura 2.1, pode ser visto como um processo gerencial no qual a alta administração deve coordenar:

- A análise do ambiente externo (economia, mercado, tecnologia, sociedade) identificando as oportunidades e ameaças.
- A análise do ambiente interno (áreas de Marketing, Produção, Recursos Humanos e Finanças) identificando as forças e fraquezas da empresa.
- A análise integrada das oportunidades, ameaças, forças e fraquezas, identificando as relações de interdependência.
- A formulação das estratégias que permitam à empresa potencializar os seus pontos fortes e minimizar os seus pontos fracos para “enfrentar” as oportunidades e as ameaças do mercado.
- A implementação das estratégias (decisões).
- As atividades de controle e de avaliação (*feedback*) para assegurar que os objetivos da organização sejam atingidos.
- A revisão das diversas fases com base nas informações obtidas no sistema de controle, adequando-as às novas condições dos ambientes externo e interno.

Figura 2.2 – Processo decisório integrado e sistêmico



Fonte: Adaptado de Wollmann (2010).

2.2 TEORIAS DA COMPLEXIDADE

2.2.1 Considerações Gerais

Complexidade é um termo que tem suas origens na Física e Biologia. Seus conceitos têm impulsionado a evolução da pesquisa científica, sobretudo por negar os pressupostos de linearidade nos sistemas dinâmicos, questionando o seu comportamento. O pensamento complexo contrapõe-se à causalidade linear ao abordar os fenômenos considerando a sua totalidade. O termo complexidade vem de *complexus*, que significa “o que é feito (construído, desenvolvido) em conjunto”.

Segundo Morin (2007) e Stacey (2007), o pensamento complexo tem sua origem em conceitos das Teorias: (i) do Caos; (ii) das Estruturas Dissipativas; (iii) dos Sistemas Adaptativos Complexos. Estas teorias fazem parte das ciências da complexidade, segundo as quais a natureza é percebida como paradoxal e em contínuo estado de mudança. O pensamento complexo respeita a três principais princípios, destacados por Morin (2007): (i) dialógico; (ii) recursão organizacional; (iii) holográfico.

O princípio dialógico, segundo Morin (2007), refere-se a possibilidade da unidade complexa entre duas lógicas, entidades ou substâncias complementares, concorrentes e antagônicas que se alimentam uma da outra, se completam, mas também se opõem e combatem. Pensar dialogicamente é compreender que a realidade se constitui, modifica, destrói e regenera a partir de princípios e forças contrárias. É compreender que todos os fenômenos e sistemas naturais (ou sociais) obedecem a uma ordem que foi produzida a partir de uma desordem inicial que, por sua vez, resultou da destruição de uma ordem anterior.

O princípio da recursão organizacional, segundo Morin (2007), enfatiza que: (i) a não linearidade sobrepõe a ideia de linearidade entre causa e efeito; (ii) pode existir a possibilidade do efeito agir sobre a causa; (iii) tem destaque um caráter circular onde o que é produzido pelo sistema retorna sobre aquilo que o produziu, de forma a constituir um ciclo de auto-organização ou autoprodução.

O princípio holográfico, segundo Morin (2007), diz respeito ao entendimento de que não apenas a parte está no todo, mas o todo também está nas partes. Assim, o conhecimento das partes contribui para o conhecimento do todo e o inverso também é verdadeiro.

Stacey (2007) define ciências da complexidade como aquela que se dedica ao estudo de sistemas compostos de um grande número de agentes (partes), que interagem entre si, para produzir estratégias adaptativas de sobrevivência para si, para os demais agentes (partes) e para o sistema como um todo. Esse sistema, por sua vez, interage com outros, constituindo um supra-sistema, no qual ele é agente (parte) no processo de interação e evolução conjunta.

Ainda no seu processo de definição, Stacey (2007) diz que sistemas complexos são caracterizados como sistemas com múltiplos componentes em interação cujo comportamento não pode ser inferido a partir do comportamento das partes. Estes sistemas desenvolvem uma capacidade de auto-organização, resultado de uma interação que produz padrões emergentes de comportamento entre as partes, de forma coerente com o todo.

Segundo Morin (2007), os sistemas complexos são caracterizados, simultaneamente, por ordem e desordem. Ordem, caracterizada pela repetição, regularidade e redundância e é capaz de auto-regulação para a preservação de estabilidades. E desordem, pois é também produtor de eventos, de perturbações, de desvios, de ruídos e de instabilidade, seja de natureza objetiva (pela ocorrência efetiva dos eventos e ruídos) ou de natureza subjetiva (decorrente da incerteza quanto ao futuro).

Ao estudar ciências da complexidade é fundamental a compreensão dos conceitos de não-linearidade e de auto-organização.

Um sistema é dito não-linear quando ações podem ter mais de um resultado, ou seja, quando o sistema é mais do que a soma de suas partes. O *feedback*, nesses sistemas, refere-se ao processo no qual a informação sobre os resultados de uma ação é alimentada “de volta”, ou seja, realimentada, para a entrada no sistema, processo que afeta a próxima ação. O conceito de redes de *feedback* não lineares refere-se às várias e diferenciadas respostas que são dadas pelos agentes de um sistema, a um dado estímulo. A não-linearidade se reflete no desencontro e descontinuidade de ações que são geradas pelos agentes (partes) que compõem o sistema.

O conceito de auto-organização refere-se ao processo espontâneo de criação de ordem, a partir da desordem. A auto-organização, desenvolvida por sistemas complexos, evidencia uma interação que produz padrões emergentes de

comportamento entre as partes que o compõem, de forma coerente com todo. A capacidade de auto-organização tem sua origem no conceito de *auto-poiesis*, (do grego *poiein*: fazer, gerar). *Auto-poiesis* é um conceito proposto por Maturana e Varela (2001), pelo qual se procurou caracterizar os seres vivos em oposição aos não vivos. Expressa a capacidade autônoma da vida de conduzir sua própria preservação e desenvolvimento e, inclusive de gerar-se a si própria (autoproduzir-se). Isto significa a capacidade dos sistemas vivos de continuamente renovarem a si próprios, mas preservando sempre sua individualidade, por mais que seus componentes sejam renovados. Este conceito é a constatação da capacidade de aprendizado e a criatividade dos agentes (partes) dos sistemas complexos.

Cilliers (2005) sintetiza as características gerais qualitativas de sistemas complexos da seguinte forma:

- Sistemas complexos consistem em um grande número de elementos com características individuais.
- Os elementos interagem dinamicamente por meio de troca de energia ou de informação.
- As interações são não-lineares.
- Há muitos *loops* de *feedback*.
- Sistemas complexos são sistemas abertos e operam em condições distantes de equilíbrio.
- Sistemas complexos possuem memória que não fica alocada em local específico, mas, distribuída por todo o sistema. Todo sistema possui uma história e ela possui importância fundamental para o comportamento do sistema.
- O comportamento do sistema é determinado pela natureza das interações e não pelo conteúdo dos componentes.
- Sistemas complexos são adaptativos. Eles podem (re)organizar sua estrutura interna sem a intervenção de um agente externo.

Estes conceitos fundamentam as três teorias que compõem as ciências da complexidade que são apresentadas a seguir.

2.2.2 Teoria do Caos

Na visão de Baranger (2001), caos é um conceito puramente matemático. É o nome dado a uma teoria matemática que descreve o comportamento de sistemas que podem ser modelados por um conjunto de equações diferenciais não-lineares. Ela é definida como sendo o estudo de comportamentos instáveis e não-periódicos em sistemas dinâmicos determinísticos não-lineares.

Na teoria matemática, caos se refere a um fenômeno determinístico, caracterizado por propriedades especiais que dificultam a previsibilidade dos resultados. Muito diferente da conotação negativa observada por algumas pessoas, quando descrevem “caos” como sinônimo de aleatoriedade, completamente não-determinístico e fenômeno irregular.

Baranger (2001) observa que existem várias dimensões sob as quais é possível analisar um objeto físico do ponto de vista da teoria do caos. Contudo, a dimensão tempo é a mais importante.

A abordagem temporal é a mais usual do caos e, também, origem de tal denominação. Um sistema, cuja configuração é capaz de mudar com o tempo, é dito sistema dinâmico. Esse sistema, segundo Baranger (2001), é composto por algumas variáveis e algumas equações dinâmicas. As variáveis devem ser escolhidas de tal modo que o conhecimento de todas elas determine um único estado do sistema, em um determinado momento. O conjunto de todos os possíveis valores das variáveis, bem como os valores de todos os possíveis estados do sistema, é denominado de espaço de fase. O estado de um sistema, em um determinado momento, representa um valor (ponto) no espaço de fase. Como o tempo avança, esse valor (ponto) é alterado no espaço de fase. As equações dinâmicas, por sua vez, determinam como o valor (ponto) se modifica. Assim, é possível descrever o processo de modificação, ou evolução, dos estados do sistema. O estado do sistema, em um tempo inicial, é denominado de condição inicial, a partir da qual é determinada a sua evolução.

Dentre as várias contribuições que a Teoria do Caos trouxe para aplicação do pensamento da complexidade, destacam-se: (i) a dificuldade em descrever padrões de comportamento de alguns sistemas; (ii) o papel representativo e interativo que os

feedbacks: positivo e negativo, possuem nos sistemas. Estes *feedbacks* são definidos como:

- *Feedback Positivo* – realimenta informações para ampliar a diferença entre a expectativa e o resultado, aumentando os desvios de comportamento do sistema.
- *Feedback Negativo* – realimenta informações para atenuar os desvios entre a expectativa e o resultado, em busca do equilíbrio do sistema.

Segundo Alves (2007), o *feedback* positivo é o responsável por levar o sistema para o limite de sua estabilidade (o que se denomina zona criativa), enquanto que o *feedback* negativo impede que o sistema ultrapasse esse limite (o que se denomina de limiar do caos).

2.2.3 Teoria das Estruturas Dissipativas

A teoria das estruturas dissipativas, segundo Massoni (2008), tem sua origem nas observações experimentais de Prigogine, que em laboratório, descreveu o comportamento de sistemas físico-químicos em estado distante do equilíbrio. Uma das principais conclusões do pesquisador é que esses sistemas, em tais condições, apresentam uma estrutura global coerente (ordem) que emerge de flutuações randômicas (desordem) das partículas de que são constituídas. É a partir desta teoria que se chega ao conceito de auto-organização, ou seja, a emergência de uma estrutura organizada a partir do movimento desordenado dos agentes que compõem o sistema ou, no caso, das moléculas individuais do sistema.

A auto-organização tem sua origem no conceito de *auto-poiesis*. Segundo Maturana e Varela (2001), a história das mudanças estruturais de um sistema, além de ser resultante das relações dinâmicas com o meio, decorre, também, da sua própria dinâmica interna. Isto faz crer que a participação dos agentes (partes) do sistema, sua interação e atuação, também sejam responsáveis pelas mudanças.

A auto-organização, segundo Massoni (2008), foi demonstrada por Prigogine a partir da observação de um experimento de convecção térmica. Esta experiência científica consiste em aquecer uma fina camada de fluido alocada entre dois pratos e observar seu comportamento. O fluido em estado de equilíbrio apresenta todas as suas propriedades homogêneas. Ao aquecer, gradualmente, o prato inferior, o pesquisador induz o movimento do fluido, que, com o aumento da temperatura

começa a se movimentar de forma estruturada formando pequenas células de convecção, uma ao lado da outra, as quais rodam em torno de um eixo. O sentido da rotação das células ocorre de forma coerente, se alternado sucessivamente de uma célula para a outra. O comportamento coerente das células caracteriza o fenômeno da auto-organização: o surgimento de uma estrutura organizada a partir do movimento desordenado das moléculas individuais do sistema.

Nesta perspectiva, segundo Massoni (2008), o estado futuro de um sistema sempre dependerá de um evento ocorrido em seu passado. Assim, tanto os sistemas vivos como as estruturas dissipativas são capazes de superar, criativamente, por meio da aprendizagem, os limites que lhes são impostos.

2.2.4 Teoria dos Sistemas Complexos Adaptativos

Segundo Bar-Yam (2003) e Stacey (2007), os sistemas são complexos por natureza e, adaptativos, na medida em que apresentam características co-evolucionárias, isto é, quando dependem da aprendizagem do sistema. A dinamicidade intrínseca aos sistemas complexos lhes exige uma capacidade de adaptação que passa a ser fundamental para a sua sobrevivência.

Sistemas Complexos Adaptativos (SCA) são sistemas compostos por grande número de componentes (agentes, partes) que interagem entre si de acordo com um conjunto de regras. A evolução do sistema é resultado de interações entre agentes, onde cada um deles age em resposta ao comportamento dos demais agentes que compõem o sistema, o que lhe garante uma dinâmica própria. Ou seja, segundo Stacey (2007), o comportamento de cada agente influencia e é influenciado pelo comportamento do sistema como um todo. Os SCA aprendem e evoluem, utilizando uma abordagem adaptativa que é fundamental para a sua sobrevivência, processando informações e construindo esquemas, com base na experiência vivenciada.

Para Battram (2001), as principais diferenças entre sistemas simples e sistemas complexos são evidenciadas por meio da análise do número de estados que assumem, do nível de interações entre seus componentes e do comportamento destes componentes. As interações entre os agentes (partes) de sistemas simples são fixas enquanto que, em SCA, os agentes possuem total liberdade de interação, além de diferentes estruturas hierárquicas. Diferente do comportamento previsível

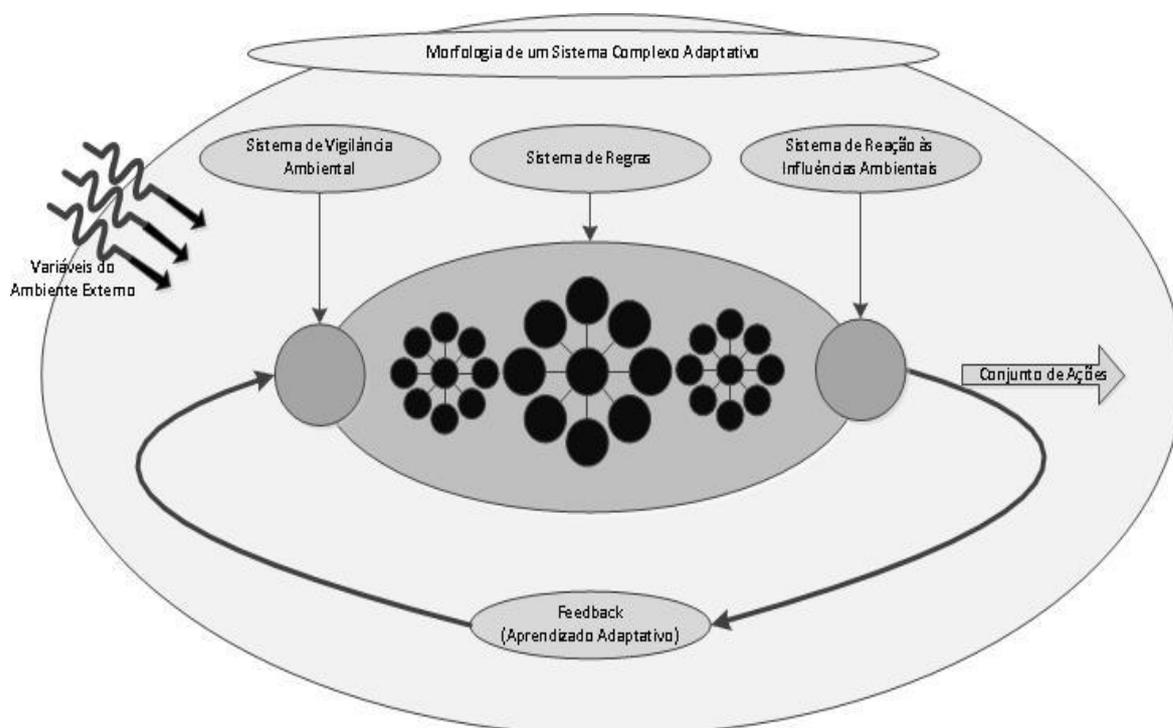
dos sistemas simples, SCA possuem um comportamento emergente, com parcelas de imprevisibilidade. Petraglia (2006) destaca as principais características dos SCA:

- Complexidade *versus* simplicidade: apesar de globalmente complexo, é um sistema que apresenta simplicidade local.
- Possui grande número de componentes que interagem entre si e influenciam uns aos outros.
- O método reducionista de análise não é cabível no estudo e previsão de SCA, pois, o todo é maior que a soma das partes, e as partes apresentam resultado sinérgico.
- Não são sistemas determinísticos ou previsíveis, sempre há aspectos aleatórios envolvidos.
- A diversidade de componentes que se inter-relacionam é ampla, mesmo mantendo similaridades dentro da diversidade.
- São sistemas capazes de evoluir, de se adaptar e de aprender a partir de mudanças nas características do seu ambiente.
- Não há coordenação global, efetiva e duradoura, ainda que estejam presentes vários mecanismos de coordenação mais frouxa.

Segundo Bar-Yam (2003), os SCA são representados por modelos matemáticos que possuem lógica parecida com a dos sistemas dinâmicos e da auto-organização. Os agentes de um SCA possuem regras de interação.

Na figura 2.3 está apresentado um modelo genérico de Sistema Complexo Adaptativo - SCA elaborado pelo NECSI - *New England Complex Systems Institute*. O modelo considera que influências externas (variáveis do ambiente externo) são detectadas por agentes internos (sistema de vigilância ambiental) do SCA que atuam como sensores abertos ao ambiente externo. Ao perceber estes estímulos, o SCA desenvolve processos internos com base no seu sistema de regras, buscando a reorganização. Outros agentes internos (sistema de reação às influências externas) atuam sobre o ambiente externo. Um circuito de *feedback* permite aprendizado contínuo e adaptação do SCA ao processo resultante das mudanças externas e reorganizações internas.

Figura 2.3 – Modelo genérico de sistema complexo adaptativo



Fonte: adaptado de <http://www.necsi.org/projects/mclemens/casmodels.gif>

2.3 TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

São aqui sucintamente descritas as técnicas de otimização utilizadas de forma encadeada no presente trabalho: Redes Neurais Artificiais (mais especificamente: *Perceptron* de Múltiplas Camadas, *MLP*; *Time-Delay Neural Network*, *TDNN*); Programação Linear; *Analytic Hierarchy Process* – *AHP*. Além disso, é descrita, também, a Simulação de Sistemas, técnica responsável por todo o referido encadeamento.

2.3.1 Redes Neurais Artificiais

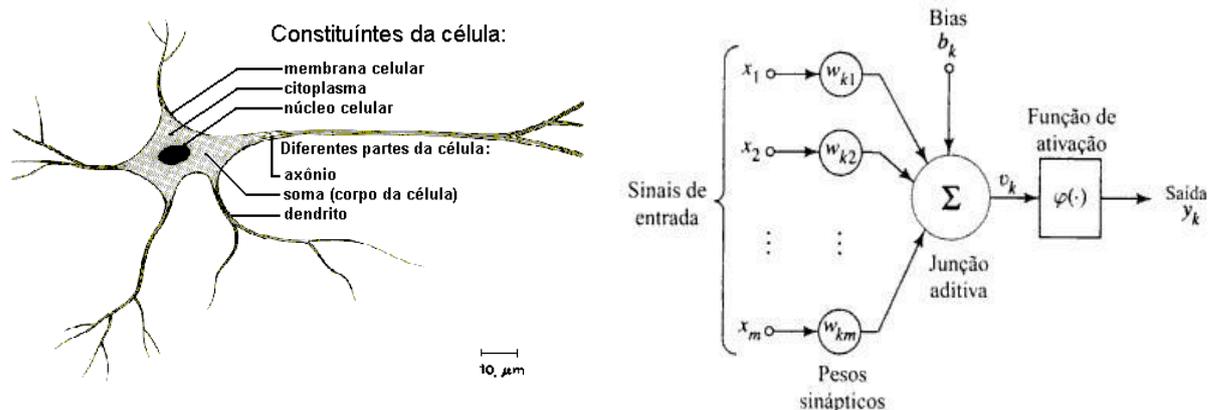
2.3.1.1 Considerações Iniciais

Segundo Braga *et al.* (2011), Redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos matemáticos que se assemelham às estruturas neurais biológicas e que têm capacidade computacional adquirida por meio de aprendizado e generalização”. Na

figura 2.4 tem-se a representação gráfica de um neurônio: biológico (a) e artificial (b).

Enquanto que o neurônio biológico é uma célula especializada em enviar e receber sinais e se divide basicamente em três seções: corpo celular, dendritos e axônio (o corpo celular guarda o núcleo, os dendritos recebem sinais provenientes de outros neurônios e o axônio envia sinais para outros neurônios); o neurônio artificial recebe sinais de entrada, ponderados por pesos sinápticos, somados em uma “junção” aditiva e modificados por uma função de ativação que gera um sinal de saída.

Figura 2.4 – Representação gráfica de um neurônio: (a) biológico; (b) artificial.



Fonte: Haykin (2005).

O primeiro modelo de um neurônio artificial foi proposto por Warren McCulloch e Walter Pitts, em 1943, no trabalho intitulado *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*. E o primeiro estudo sobre o aprendizado de RNAs foi proposto por Donald Hebb, em 1949, que ficou conhecido como a regra de Hebb. Posteriormente, foi proposta por Widrow e Hoff uma nova regra de aprendizado (regra delta), que ainda é utilizada (BRAGA *et al.*, 2011).

O *Perceptron*, em sua forma simples, foi proposto por Frank Rosenblatt, em 1958. Em 1986, Rumelhart aplicou pela primeira vez o algoritmo *backpropagation* (algoritmo por retropropagação do erro) no contexto das RNAs por Rumelhart.

Um neurônio artificial pode ser representado como na figura 2.4.(b). Os elementos básicos na estrutura de um neurônio artificial são:

- as sinapses que recebem os sinais de entrada;

- o somatório para somar os sinais de entrada com seus respectivos pesos sinápticos;
- a função de ativação, que restringe a amplitude da saída do neurônio.
- o *bias*, que faz ajustes, ou correções, nos sinais de entrada da função de ativação.

Matematicamente, um neurônio artificial k , é descrito pelas equações (1) e

(2):

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(v_k), \text{ com } v_k = u_k + b_k \quad (2)$$

onde: x_1, x_2, \dots, x_m são os sinais de entrada;

$w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ são os pesos sinápticos do neurônio k ;

u_k é a saída do somatório;

b_k é o *bias*;

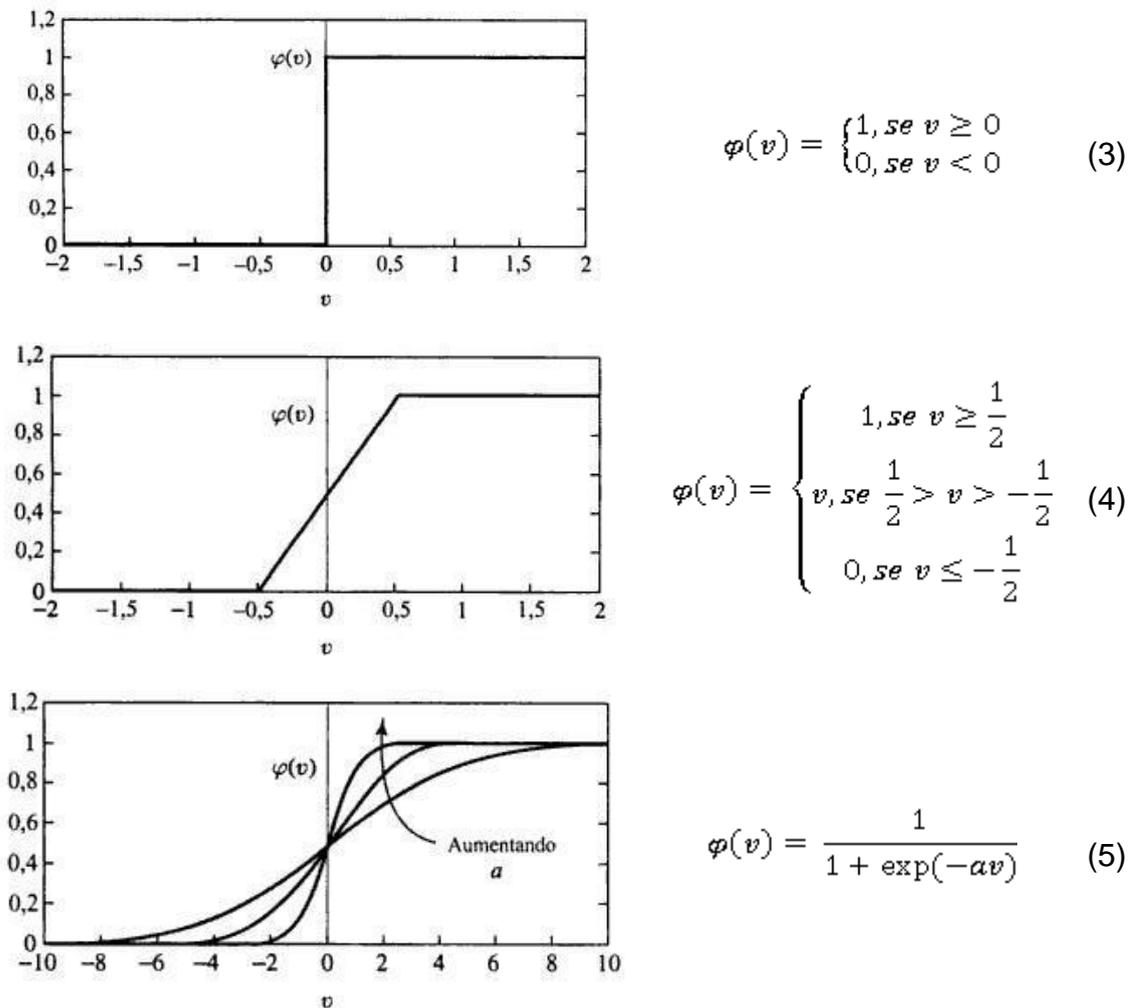
$\varphi(\cdot)$ é a função de ativação;

y_k é o sinal de saída do neurônio.

2.3.1.2 Funções de Ativação

As funções de ativação, $\varphi(\cdot)$, que “corrigem” a saída do neurônio podem, basicamente, ser dos seguintes tipos: (i) de limiar; (ii) linear por partes; (iii) sigmoide. As representações gráficas e matemáticas de cada um dos tipos de função de ativação, assim como as suas respectivas equações, estão apresentadas na figura 2.5 e equações (3), (4) e (5).

Figura 2.5 – Representação gráfica e matemática das funções de ativação



Fonte: Haykin (2005).

2.3.1.3 Estruturas de RNA

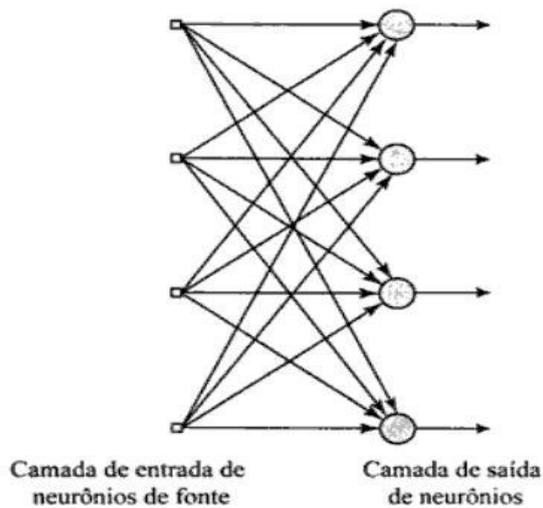
Neurônios biológicos ou artificiais, isoladamente, possuem baixa capacidade computacional, mas conectados em uma estrutura de rede são capazes de resolver problemas de grande complexidade. As estruturas ou arquiteturas das RNA correspondem ao número de neurônios e a relação de interdependência entre estes neurônios.

Segundo Haykin (2005), as arquiteturas podem ser: (i) alimentadas para frente (*feedforward*) com uma única camada ou com múltiplas camadas (MLP ou *Multiple Layer Perceptron*), com camadas ocultas; (ii) recorrentes (quando o sinal de saída volta para a entrada da rede) de uma camada ou com camada oculta (Figura 2.6).

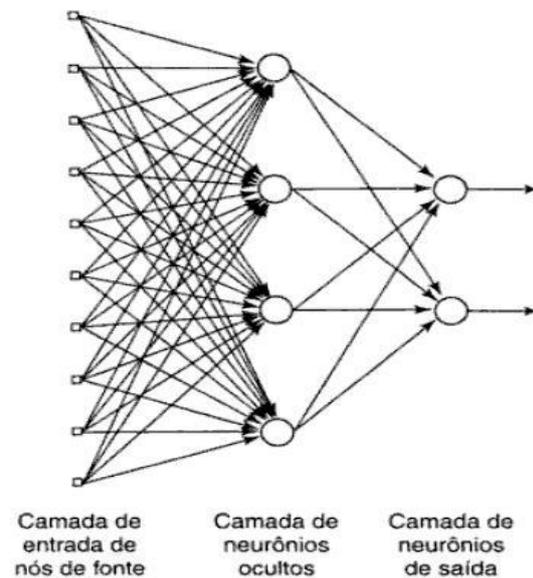
É a arquitetura da RNA que possibilita modelar, de modo adequado, um determinado fenômeno. De acordo com Braga *et al.* (2011), uma das características mais importantes das RNA é que as mesmas são aproximadoras universais de funções multivariáveis contínuas. Em outras palavras, qualquer problema de aproximação de funções contínuas pode ser resolvido por meio de RNA, independente do número de variáveis envolvidas.

Figura 2.6 – Tipos de estrutura de Redes Neurais Artificiais.

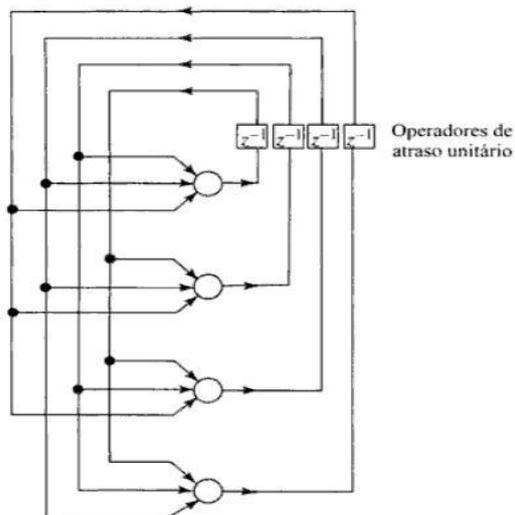
(a) Rede de uma camada *feedforward*



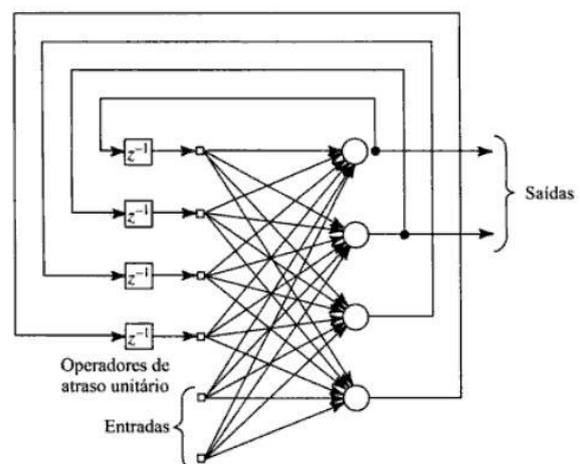
(b) Rede de múltiplas camadas *feedforward*



(c) Rede recorrente de uma camada



(d) Rede recorrente de múltiplas camadas



Fonte: Haykin (2005)

2.3.1.4 Aprendizado de RNA

O aprendizado em RNA consiste na fase onde a rede neural “absorve” os dados de entrada e, a partir destes, modifica seus pesos sinápticos (processo de treinamento). Esta etapa pode ser considerada como uma adaptação da RNA às características intrínsecas de um problema, onde se procura cobrir um grande espectro de valores associados as variáveis pertinentes. Isto é feito para que a RNA adquira, através de uma melhora gradativa, uma boa capacidade de resposta para o maior número de situações possíveis.

Em uma RNA, o aprendizado ocorre à medida que os pesos sinápticos são ajustados com base em alguma regra pré-estabelecida como, por exemplo, a regra delta (ou regra de Widrow-Hoff). Segundo Braga *et al.* (2011), aprendizado é o processo pelo qual os parâmetros livres de uma rede são ajustados por meio de uma forma continuada de estímulo pelo ambiente externo, sendo o tipo específico de aprendizado definido pela maneira particular como ocorrem os ajustes dos parâmetros livres.

Matematicamente, pode-se definir a atualização dos pesos da rede pela fórmula expressa pela equação (6):

$$w_{kj}(n+1) = w_{kj}(n) + \Delta w_{kj}(n) \quad (6)$$

onde $w_{kj}(n)$ e $w_{kj}(n+1)$ representam os pesos do neurônio k ativados pela entrada $x_j(n)$ nos instantes n e $n+1$, respectivamente; $\Delta w(n)$ são as variações obtidas nos pesos.

Os algoritmos de aprendizado diferem na forma como $\Delta w_{kj}(n)$ é calculado. A regra de cálculo para $\Delta w_{kj}(n)$ utilizada neste trabalho será a regra delta ou regra de Widrow-Hoff (HAYKIN, 2005), definida pela equação (7):

$$\Delta w_{kj}(n) = \eta e_k(n) x_j(n) \quad (7)$$

onde η é a taxa de aprendizado; $e_k(n)$ é o sinal de erro, ou seja, a diferença entre o valor esperado e o sinal efetivo de saída da rede [$e_k(n) = d_k(n) - y_k(n)$]; $x_j(n)$ é o sinal de entrada j no tempo n .

Segundo Haykin (2005), os ajustes dos pesos são calculados para aproximar passo a passo o sinal de saída $y_k(n)$ da resposta desejada $d_k(n)$. Para tanto, usa-se minimizar a função do erro quadrático médio com a equação (8).

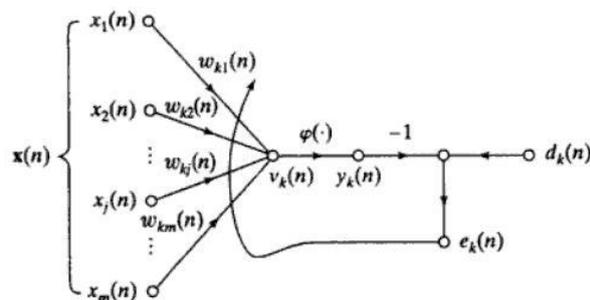
$$\varepsilon(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p [d_k(n) - y_k(n)]^2 \quad (8)$$

onde p representa o número de exemplos de treinamento.

A partir de $\varepsilon(n)$, o conjunto de dados formado pelos pares de entrada e saída [$x_j(n); d_k(n)$] define a superfície de erro. No caso da rede formada por unidades de processamento lineares, a superfície de erro é dada por uma função quadrática dos pesos da rede. Para uma rede formada por unidades de processamento não-lineares, a superfície de erro poderá ter uma forma irregular e vários mínimos locais, além do mínimo global.

A figura 2.7 representa o processo de aprendizado por correção de erro.

Figura 2.7 – Aprendizado por correção de erro



Fonte: Haykin (2005)

2.3.1.5 *Perceptron* de Uma Camada

Segundo Haykin (2005), “o *perceptron* de camada única é a forma mais simples de uma RNA usada para a classificação de padrões linearmente separáveis”. Outro ponto a respeito do *perceptron* de camada única é destacado por Braga *et al.* (2011): “sabe-se que, independentemente do valor η , haverá convergência em um tempo finito, caso as classes sejam linearmente separáveis”.

De um modo resumido, descreve-se o algoritmo do *perceptron* de camada única:

- Passo 1. *Inicialização*
 - i. faça o vetor de pesos sinápticos $w(n) = 0$ e o *bias* $b_k = 0$.
- Passo 2. *Ativação*
 - i. execute o somatório $u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj}x_j$;
 - ii. execute a função de transferência $y_k = \varphi(u_k + b_k)$
 - iii. calcule o sinal de erro $e_k(n) = d_k(n) - y_k(n)$, onde $d_k(n)$ é o valor esperado.
- Passo 3. *Atualização dos pesos*
 - i. calcule o novo peso sináptico $w_{kj}(n+1) = w_{kj}(n) + \Delta w_{kj}(n)$, onde $\Delta w_{kj}(n) = \eta e_k(n)x_j(n)$, com $0 < \eta < 1$ e $x_j(n)$ correspondendo aos sinais de entrada.
- Passo 4. *Análise da situação atual*
 - i. após todos os exemplos de treinamento terem passado pela rede uma única vez teremos findado a 1ª iteração, então calcule o erro global $\varepsilon(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p [d_k(n) - y_k(n)]^2$, onde p representa o número dos exemplos de treinamento.
- Passo 5. *Continuação*
 - i. incremente o tempo n em uma unidade e volte ao passo 2.

O procedimento deverá continuar até que um erro ε suficientemente pequeno seja encontrado.

2.3.1.6 *Perceptron* de Múltiplas Camadas

Segundo Haykin (2005), um *perceptron* de múltiplas camadas (*MLP*), nada mais é que uma generalização do *perceptron* de camada única. Para Haykin (2005) e Braga *et al.* (2011) é possível descrevê-lo como uma rede constituída pela camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída; rede essa que apresenta um alto grau de conectividade. Seu treinamento, segundo Fauset (1994), é desenvolvido em três etapas: (i) a alimentação para frente (*feedforward*) da rede com os padrões de entrada; (ii) o cálculo e retropropagação (*backpropagation*) do erro; (iii) o ajuste dos pesos.

Steiner (2012) descreve o algoritmo de treinamento para uma rede *MLP* com funções de ativação sigmoide (Figura 2.8):

– Propagação *forward*:

- i. inicialize os pesos sinápticos w_{ij} , w_{hi} e *bias* θ_i , θ_h com valores aleatórios;
- ii. execute o somatório $i_i^p = \sum_j w_{ij}x_j^p + \theta_i$ para cada neurônio da camada i (oculta), onde x_j^p são os dados de entrada da rede;
- iii. calcule a função de transferência $\alpha_i^p = \frac{1}{(1+e^{-i_i^p})}$ para cada neurônio da camada i ;
- iv. na camada h (saída), execute o somatório $i_h^p = \sum_i w_{hi}\alpha_i^p + \theta_h$ para cada neurônio, caso haja mais de um;
- v. então calcule a função de transferência $\alpha_h^p = \frac{1}{(1+e^{-i_h^p})}$ para cada neurônio da camada h ;

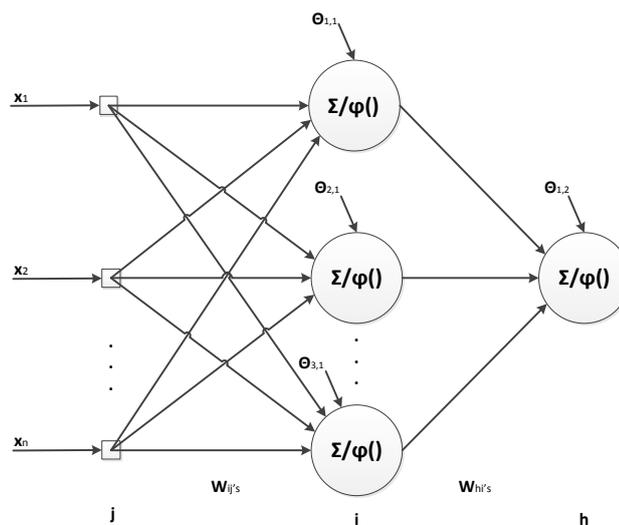
– Propagação *backward*:

- i. calcule o erro da camada h usando a fórmula $\delta_h^p = (d^p - \alpha_h^p)\alpha_h^p(1 - \alpha_h^p)$, onde d^p representa os valores esperados;

- ii. calcule a variação dos pesos $w_{hi}(t) = w_{hi}(t-1) + \Delta^p w_{hi}(t)$, onde $\Delta^p w_{hi}(t) = \gamma \alpha_i^p \delta_h^p + \alpha \Delta^p w_{hi}(t-1)$, com γ sendo a taxa de aprendizagem e α o *momentum*;
- iii. calcule o erro da camada i (oculta) fazendo $\delta_i^p = \alpha_i^p (1 - \alpha_i^p) \sum_h \delta_h^p w_{hi}$;
- iv. calcule a variação dos pesos $w_{ij}(t) = w_{ij}(t-1) + \Delta^p w_{ij}(t)$, onde $\Delta^p w_{ij}(t) = \gamma x_j^p \delta_i^p + \alpha \Delta^p w_{ij}(t-1)$;
- Após todos os exemplos de treinamento terem passado pela rede uma única vez teremos findado a 1ª iteração, então calcule o erro global $\varepsilon = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p (d^p - \alpha_h^p)^2$, onde p representa o número dos exemplos de treinamento.
 - As iterações devem prosseguir até que um valor ε suficientemente pequeno seja encontrado.

Como explica Steiner (2012): “o processo de aprendizagem da rede neural pode ser visto como um problema de minimização do erro ε no espaço de w^p ”.

Figura 2.8 – Rede MLP com funções de ativação sigmoide



Fonte: Adaptado de Steiner (2012).

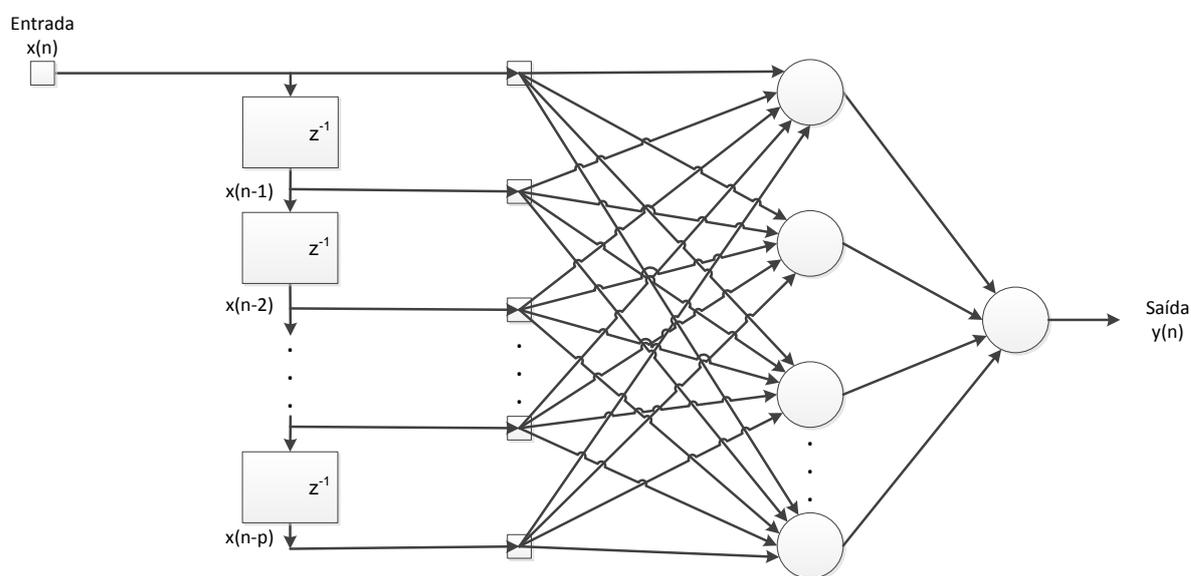
2.3.1.7 Redes TDNN

Segundo Haykin (2005), para previsões em séries temporais se faz necessário o uso de uma RNA que processe padrões que evoluam no tempo, cuja resposta em um determinado instante depende não apenas do valor presente da entrada, mas também de seus valores passados.

A rede alimentada adiante atrasada no tempo (TDNN, *time-delay neural network*) permite o processamento de padrões de séries temporais, pois possui uma memória de linha de atraso derivada (que consiste de p operadores de atraso unitário, caracterizados por z^{-1} , que operam sobre $x(n)$ produzindo sua versão atrasada $x(n-1)$, $x(n-2)$ e assim por diante) aliada ao *MLP*, como pode ser visualizado na figura 2.9.

O treinamento da rede TDNN também pode ser feito pelo algoritmo de retropropagação padrão, descrito anteriormente, com os dados de entrada correspondendo a $x(n)$ e seus p valores passados: $x(n-1)$, $x(n-2)$, ... $x(n-p)$.

Figura 2.9 – Rede TDNN



2.3.2 Programação Linear

A área de Pesquisa Operacional surgiu na Segunda Grande Guerra tendo como objetivo o desenvolvimento de metodologia para solução de problemas relacionados com as operações militares. O sucesso obtido com essas aplicações levou o mundo acadêmico e empresarial a adaptá-la aos problemas relacionados os processos decisórios das empresas.

O objetivo principal da Pesquisa Operacional é determinar a melhor utilização de recursos limitados determinando a solução ótima para uma determinada atividade. Ela é composta por um conjunto de procedimentos e métodos quantitativos (modelos matemáticos) para tratar de forma sistêmica esses tipos de problema. Quando aplicado às organizações, a utilização de modelos permite a avaliação de alternativas de ação que deverão ser implementadas nas operações da empresa.

A Programação Linear é um dos métodos da Pesquisa Operacional que oferece técnicas de resolução para uma vasta quantidade de problemas.

Para Hillier e Lieberman (2013), a Programação Linear trata do problema de alocação ótima de recursos escassos para a realização de atividades. Por ótimo entende-se que não haja outra solução que seja melhor do que a solução oferecida. Os recursos escassos representam a realidade de existência finita de recursos, por mais abundantes que sejam. Para Colin (2007), a Programação Linear está estruturada para resolver problemas que apresentem variáveis que possam ser medidas e cujos relacionamentos possam ser expressos por meio de equações e/ou inequações. Seus benefícios são exatamente aqueles procurados por qualquer empresa: diminuição dos custos e aumento dos lucros, com a apresentação dos gargalos.

É um método matemático utilizado para a solução de problemas empresariais que dizem respeito à otimização da utilização de recursos pelas diversas tarefas ou atividades que devem ser realizadas. Para tanto, é necessário que se elabore o modelo matemático do sistema. O modelo matemático é uma reprodução matemática do sistema empresarial real que está sendo estudado. Segundo Colin (2007), um modelo matemático é uma representação simplificada do comportamento

da realidade expressa na forma de equações matemáticas que serve para simular a realidade.

Para criar um modelo matemático de um problema é necessário cumprir duas etapas: a primeira consiste em definir as variáveis do problema e a função-objetivo e a segunda, em definir o conjunto de restrições. A função-objetivo é uma expressão matemática em que se relacionam as variáveis de decisão e o objetivo a ser atingido. Já as restrições, representam limitações da situação atual como escassez de recursos, limitações legais ou de mercado, dentre outras. Genericamente, o modelo matemático é representado pelas equações (9), (10) e (11).

$$\text{Max } Z = \sum_i c_i \cdot x_i \quad (9)$$

Sujeito a:

$$\sum_i \sum_j a_{ij} \cdot x_{ij} \leq b_j \quad (10)$$

$$x_i \geq 0 \quad (11)$$

2.3.3 Analytic Hierarchy Process - AHP

A Programação Multicritério, por meio do processo AHP, é estruturada para tomada de decisão em ambientes complexos em que diversos critérios (ou atributos ou variáveis) são considerados para a priorização e seleção de alternativas.

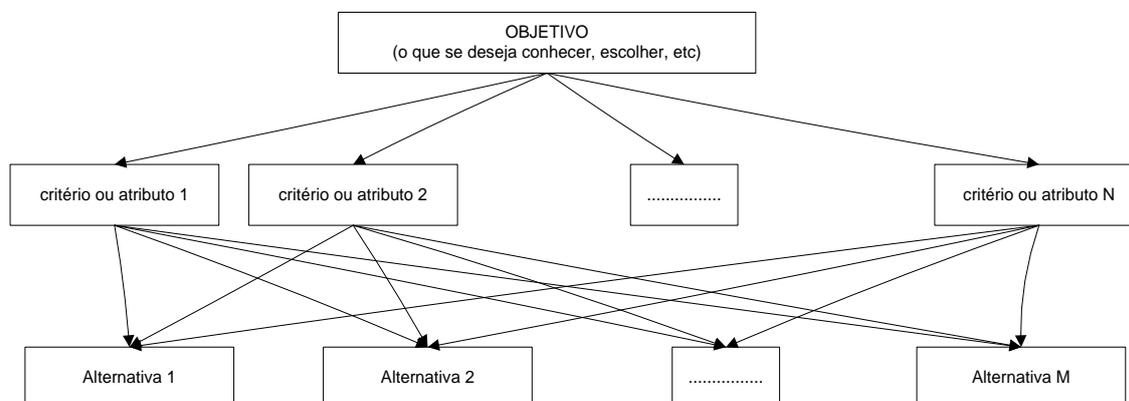
O AHP foi desenvolvido na década de 1980 por Thomas L. Saaty e tem sido intensivamente utilizado. Atualmente é aplicado para a tomada de decisões em diversos cenários complexos em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões e onde percepções humanas, julgamentos e conseqüências possuem repercussão de longo prazo.

O processo *AHP* se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios ou atributos que são mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente, conforme ilustrado na Figura 2.10.

A partir do momento em que essa hierarquia lógica é construída, a etapa seguinte do processo *AHP* é avaliar sistematicamente as alternativas por meio da comparação, duas a duas, sob a ótica de cada um dos critérios ou atributos. Essa

comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação.

Figura 2.10 – Exemplo de hierarquia de critérios/objetivos.



O AHP transforma as comparações, muitas vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. Essa capacidade de conversão de dados empíricos em valores numéricos é o principal diferencial do AHP com relação a outras técnicas.

A comparação entre dois elementos utilizando o AHP pode ser realizada de diferentes formas sendo que, no entanto, a escala de importância relativa entre duas alternativas proposta por Saaty (2005) é a mais amplamente utilizada. Atribuindo valores que variam de “1” a “9”, a escala determina a importância relativa de uma alternativa i com relação à alternativa j e, reciprocamente, da alternativa j em relação à alternativa i , conforme apresentado na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Escala de importância relativa de Saaty (2005)

ESCALA	AVALIAÇÃO NUMÉRICA (a_{ij}) (alternativa i em relação à j)	RECÍPROCO ($1/a_{ij}$) (alternativa j em relação à i)
Extremamente preferido	9	1/9
Muito fortemente preferido	7	1/7
Fortemente preferido	5	1/5
Moderadamente preferido	3	1/3
Igualmente preferido	1	1

A utilização desta escala na avaliação dos critérios e/ou atributos gera uma matriz consolidada com valores numéricos, sendo que, o mesmo procedimento é utilizado para a avaliação dos pares de alternativas sob a ótica de cada um dos critérios e/ou atributos.

Estas avaliações, com as respectivas atribuições de pesos, devem ser feitas por cada uma das K pessoas que estejam participando do processo de avaliação das alternativas. Com as matrizes de avaliação de todas as K pessoas, é necessário estabelecer um único conjunto de matrizes (atributos e alternativas por atributos) que represente todo o processo de avaliação. Deve-se utilizar a média geométrica dos valores, pois, assim, as características dos pesos e seus recíprocos, ficam mantidos. Em termos numéricos, cada elemento a_{ij}^c das matrizes consolidadas é determinado através da equação (12).

$$a_{ij}^c = \sqrt[K]{\prod_1^K a_{ij}^k} \quad (12)$$

Após a obtenção das matrizes consolidadas, os seus valores devem ser padronizados com relação às suas colunas. A partir da matriz dos atributos consolidada e padronizada, pode-se calcular os pesos relativos entre os critérios e/ou atributos. Tais pesos são determinados pelo cálculo da média aritmética dos elementos das linhas correspondentes a eles, conforme apresentado pela equação (13).

$$p_i = \frac{\sum_1^J a_{ij}^c}{N} \quad (13)$$

Após a determinação dos pesos de cada critério e/ou atributo é possível estabelecer a hierarquia entre eles. Isto significa obter o grau de importância que as pessoas percebem para cada um dos critérios e /ou atributos.

Similarmente, o mesmo processo matemático pode ser realizado para cada uma das alternativas sob a ótica de cada atributo. Os valores dos pesos (pa_{ij}) significam a classificação (hierarquização) das alternativas sob a ótica de cada um dos atributos.

Finalmente, para que se possa obter o resultado final da análise, determina-se o peso global de cada alternativa. Para isto, calcula-se a média ponderada dos pesos de cada alternativa sob as óticas dos diversos atributos, conforme a equação (14). Conhecidos os pesos globais é possível, finalmente, hierarquizar as alternativas, selecionando a de maior valor.

$$pg_j = \sum_1^J (p_i) \cdot (pa_{ij}) \quad (14)$$

2.3.4 Simulação de Sistemas

2.3.4.1 Modelagem e Simulação

Segundo Padilla *et al.* (2011), quatro são os fatores que possibilitam considerar Modelagem e Simulação como uma ciência:

- Foco dos estudos: utilização de modelos e simulações para a reprodução das características de uma situação-problema.
- Questão principal de pesquisa: qual a efetividade de um modelo ou simulação, fundamentado em uma determinada teoria, na reprodução de uma situação problema?
- Teorias e Princípios: algumas poucas teorias já desenvolvidas, função da velocidade da evolução das técnicas e ferramentas da ciência da computação, que cria ciclos temporais muito curtos.
- Sub-áreas: diversas sub-áreas que vêm se desenvolvendo de modo independente, tais como: (i) modelagem conceitual; (ii) verificação e validação; (iii) modularidade e interoperabilidade.

A partir de uma reflexão sobre os quatro fatores descritos anteriormente, Padilla *et al.* (2011) afirmam que os três componentes que se seguem, caracterizam a Modelagem e Simulação com uma ciência única:

- Situações-problema: são simplificações planejadas da realidade, construídas a partir da combinação das principais características da realidade (fenômeno a ser estudado) com modelos conceituais. Elas

combinam de modo sistêmico e holístico, as linguagens: natural, matemática e lógica.

- Restrições epistemológicas, ontológicas e teleológicas: os modelos conceituais e científicos, apesar das simplificações deliberadas (restrições), procuram reunir um conjunto de informações para descrever e explicar o fenômeno a ser estudado. Estas informações devem ser classificadas segundo características específicas. O modelo passa, então, a ser analisado, avaliado e comparado com a realidade.
- Restrições computacionais: a obtenção de um modelo computacional requer o estabelecimento de relações que permitam que a linguagem natural, utilizada para explicar os aspectos epistemológicos, ontológicos e teleológicos da situação-problema, possa ser representada matematicamente.

Assim, uma pesquisa de Modelagem e Simulação tem que se desenvolver dentro dessas limitações. Segundo Padilla *et al.* (2011), ela é uma ciência de compromisso e *de trade-offs*. Em essência, é necessário estabelecer um modo formal de identificar as restrições epistemológicas, ontológicas e teleológicas das situações-problema e expressá-las de forma lógica e matemática. Além disso, ter consciência, compromisso, de que o resultado está afetado por essas restrições, não retratando a verdade da situação-problema.

Cleophas (2012) destaca, o que já é feito há muito tempo, o uso de modelos de simulação para avaliar modelos matemáticos da área de Pesquisa Operacional. Afirmar a pesquisadora que a utilização sistemática de simulações amplia a base de dados empíricos para a validação de um determinado modelo matemático. A autora destaca, de forma enfática, a afirmação de Gilbert e Troitzsch (2005): “simulação permite ao pesquisador realizar experimentos que, normalmente seriam impossíveis no mundo real”.

2.3.4.2 Simulação Empresarial

O homem, ao estudar sistemas, objetos ou fenômenos, muitas vezes depara-se com dificuldades em analisá-los na sua forma natural de existência, por dificuldade de acesso, medição ou mesmo altos riscos e custos envolvidos. Por isto são utilizadas formas de representação que permitam manipular e compreender as

entidades estudadas: quer em seus aspectos qualitativos quer nos quantitativos. Esta representação é feita por meio de modelos.

A construção de um modelo proporciona uma maneira sistemática, explícita e eficiente, dos administradores orientarem seus julgamentos e decisões.

O propósito dos modelos é o de permitir a realização de estudos sobre sistemas, analisando sua reação ante as influências externas, internas ou sua abrangência no ambiente no qual está inserido.

A Simulação é um processo de experimentação com um modelo de um sistema real para determinar como este responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno. O objetivo é que a simulação permita a análise e comportamento do sistema quando submetido a várias decisões alternativas. As simulações são caracterizadas por uma situação em que um cenário simulado representa modelos reais, tornando possível a reprodução do cotidiano.

Wollmann *et al.* (2014) apontam as seguintes vantagens na utilização de técnicas de simulação: (i) possibilidade da reaplicação precisa dos experimentos, o que permite o teste de várias alternativas diferentes para o mesmo sistema. A manipulação das condições experimentais, o que não seria possível no sistema real; (ii) a avaliação de longos períodos em um curto intervalo de tempo; (iii) a economicidade se comparada a experiências no sistema real, pois estas, quando realizadas, podem acarretar consequências danosas ou irreparáveis.

Classificado como um tipo de simulação, a Simulação Empresarial, também conhecida com jogo de empresas é definida por diversos autores. O jogo de empresas é um exercício dinâmico de treinamento que utiliza um modelo de uma situação de negócios. Wollmann *et al.* (2014) definiram jogo de empresas como uma simulação na qual pessoas participam ativamente como tomadores de decisões dentro de um sistema organizacional que está sendo simulado. Nada mais é que um exercício sequencial de tomada de decisões, estruturado dentro de um modelo de conhecimento empresarial, em que os participantes assumem o papel de administradores de empresas. São exemplos de micromundos e neles as questões e as dinâmicas de complexas situações de negócios podem ser exploradas, ao se experimentarem novas estratégias e políticas para verificar o que poderia acontecer.

Wollmann et al. (2014) demonstram que o simulador empresarial *e-tangram* é capaz de reproduzir um ambiente empresarial industrial competitivo, no qual os principais aspectos do mundo real podem ser verificados.

2.3.4.3 Simulação Empresarial *e-tangram*

Neste contexto, foi desenvolvido por Wollmann e Krupechacke (2010), o simulador *e-tangram*, no qual, estudantes, profissionais, empreendedores, gestores e executivos podem organizar e gerenciar as principais funções da administração moderna, integrando-as, harmonicamente, com o objetivo de “experimentar” as mais diversas situações de uma empresa em ambiente competitivo.

O simulador *e-tangram* tem como objetivo simular a realidade empresarial, no seu sentido mais amplo. Abrange as áreas de estratégia, marketing, operações (produção), pessoas e finanças. Permite a simulação de uma indústria, que poderá ser modelada segundo critérios pré-estabelecidos. Esta flexibilidade possibilita simular uma grande variedade de situações, com diferentes graus de dificuldade. Esta característica permite que ele seja utilizado em várias situações de aprendizagem e de avaliação de conhecimentos que requeiram a utilização dos conceitos do pensamento sistêmico na gestão empresarial.

No simulador *e-tangram* é possível vivenciar a gestão empresarial nas suas mais diversas extensões. Os participantes são submetidos a processos participativos de tomada de decisões e de negociação. Podem experimentar aspectos relacionados à: (i) Estratégia (desenvolvimento de sistema de vigilância estratégica; formulação de estratégias, definição de indicadores e metas, avaliação da efetividade das estratégias no desempenho da empresa); (ii) Marketing (desenvolvimento de sistema de inteligência em marketing; definição do composto de marketing; avaliação da efetividade do composto de marketing; políticas de P&D com o objetivo de introduzir inovações nos produtos); (iii) Operação (balanceamento do processo produtivo da empresa: recursos humanos, recursos tecnológicos, insumos e outros aspectos operacionais); (iv) recursos humanos (balanceamento das forças de trabalho da empresa; políticas de incentivos aos empregados); (v) Finanças (gestão dos recursos financeiros, a partir da utilização do fluxo de caixa, balanço patrimonial e demonstração do resultado do exercício; avaliação de investimentos para expansão da capacidade produtiva da empresa;

desenvolvimento de um sistema de controladoria); (vi) informações (desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho, de informações da empresa e de informações comparativas pertinentes).

Para uma melhor compreensão das possibilidades de simulação, detalha-se, um pouco mais, cada uma das áreas possíveis de serem simuladas. Vale enfatizar que estas áreas fazem parte do modelo conceitual-científico proposto, apresentado no capítulo 3.

O **macro-ambiente** do ambiente de simulação, no qual as empresas estão inseridas, é composto por variáveis que não são controláveis pelas empresas.

Estas variáveis são classificadas como: (i) variáveis políticas e legais (abertura do mercado à importação de produtos; impostos sobre o faturamento e sobre o lucro; incentivos financeiros aos investimentos em expansão da capacidade de produção; incentivos fiscais aos investimentos sociais; legislação trabalhista; regulamentação das sociedades comerciais); (ii) variáveis econômicas (índice de crescimento econômico; taxas de juros bancários; taxa de juros de longo prazo; taxa de desconto para antecipação de recebíveis); (iii) variáveis sociais e culturais (potencial de consumidores que buscam qualidade e inovação; potencial de consumidores que buscam preço e condições de pagamento; potencial de Consumidores que são influenciados pela comunicação da empresa); (iv) variáveis tecnológicas (pesquisa e desenvolvimento disponível para melhoria dos produtos; tecnologias de produção disponíveis e de fácil internalização).

Estas variáveis devem ser analisadas e avaliadas se são oportunidades ou se são ameaças para os negócios da empresa.

O **ambiente setorial**, por sua vez, tem uma influência mais direta sobre cada uma das empresas do ambiente de simulação. Os elementos que estão no entorno das empresas, e têm interesses nelas, são denominados de *stakeholders* (partes interessadas).

Os *stakeholders* podem ser separados para fins de análise em dois grupos: (i) os que não participam do ambiente competitivo, mas têm interesses na empresa (Empregados e sindicatos dos trabalhadores; Sócios ou acionistas); (ii) os que participam diretamente do ambiente competitivo, e que são analisados pela ferramenta denominada de “Forças de Porter” (Consumidores; Fornecedores; Empresas concorrentes: atuais e potenciais).

O objetivo da análise dos *stakeholders* é a identificação das influências positivas (oportunidades) e das influências negativas (ameaças) para os negócios da empresa.

Na **área de marketing**, um portfólio de produtos poderá ser produzido pela empresa e comercializado em um número pré-determinado de áreas de comercialização. As áreas de comercialização terão características específicas de demanda por cada um dos produtos do portfólio. A logística de distribuição deverá ser considerada na otimização do binômio: portfólio de produtos versus política de comercialização.

Os fatores que influenciam na demanda por cada um dos produtos da família de produtos são os seguintes: (i) fatores que não dependem da empresa (sazonalidade; índice de crescimento econômico; política de comercialização das empresas concorrentes; novo entrante); (ii) fatores que dependem da empresa (definição do portfólio de produtos que será comercializado; escolha da área de comercialização; definição dos preços de venda; condições de pagamento; gastos em comunicação integrada; tamanho da força de venda; gastos com pesquisa e desenvolvimento).

Na **área de operações**, o Simulador permite que se simule diversas estruturas de produção (prédios, instalações e linhas de produção) capazes de produzirem uma família de produtos. Esta família deverá ter uma estrutura de componentes (lista de materiais) similar, que serão montados (transformados) por linhas de produção com características previamente definidas (capacidade nominal de produção, número de empregados e custo de manutenção para produção de cada um dos produtos do portfólio de produtos). A otimização dos recursos de produção é o objetivo da Gestão de Operações.

Na **área de recursos humanos**, os empregados que atuam na indústria simulada são de três categorias: empregados da produção (cujo número deve levar em consideração o número de postos de trabalho existentes nas linhas de produção), empregados da área administrativa (proporcional à capacidade de produção da empresa) e empregados da área comercial (cujo número deverá ser função da força de venda requerida para a comercialização da família de produtos).

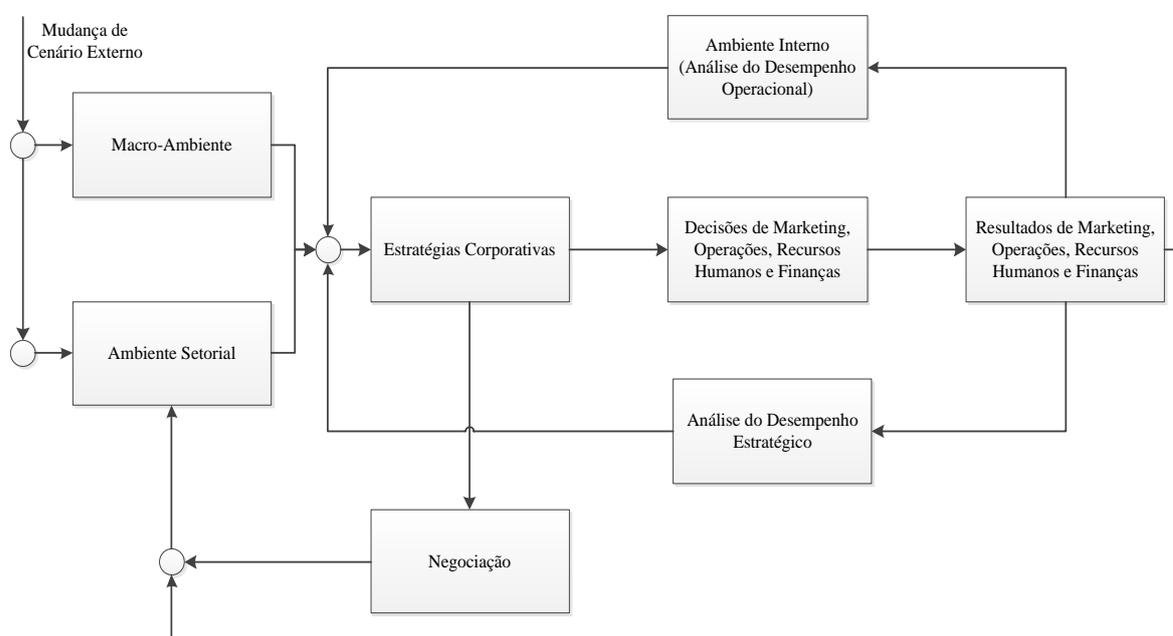
A remuneração e os incentivos monetários e não-monetários são requisitos para a definição da política de recursos humanos da empresa. Os resultados obtidos

com esta política, além de gerar diversas situações no clima organizacional com as respectivas consequências (índice de produtividade, nível de satisfação, demissão).

Na **área financeira**, os elementos a serem utilizados pelos administradores são: Fluxo de Caixa, Balanço Patrimonial e Demonstração do Resultado do Exercício. Com as informações destes elementos será possível avaliar as necessidades de captação de recursos financeiros (empréstimos bancários e antecipação de recebíveis) para o capital de giro da empresa e/ou para investimentos na expansão da atividade produtiva (financiamento para expansão da estrutura predial e das linhas de produção). Com estas informações será possível avaliar o retorno dos investimentos realizados pela empresa durante o período da simulação.

O **processo decisório** vivenciado por cada uma das empresas no ambiente do simulador *e-tangram* pode ser visualizado no diagrama representado na figura 2.11, conforme Wollmann *et al.* (2012).

Figura 2.11 – Processo decisório para empresas do simulador *e-tangram*



Fonte: Wollmann *et al.* (2012).

A observação do diagrama apresentado na figura 2.11 (simulador *e-tangram*) permite constatar que os conceitos do pensamento sistêmico na gestão empresarial podem ser experimentados no simulador *e-tangram*.

Isto porque a bases conceituais do simulador *e-tangram* permitem que sejam vivenciados:

- A visão estratégica no âmbito e no nível do sistema de operações.
- Os objetivos de curto, médio e longo prazos.
- As capacitações criadas no âmbito operacional, vinculando-as com o desenvolvimento da visão estratégica.
- A abordagem estratégica com as diversas interfaces internas (Marketing, Produção, Recursos Humanos e Finanças) e externas (concorrentes, fornecedores, *stakeholders*).
- Os sistemas de controle estratégico, vinculados aos objetivos de desempenho com indicadores de controle estratégico e operacional;
- O impacto de variações nas variáveis externas nos processos decisórios e, conseqüentemente, nos resultados operacionais e financeiros da empresa.

Considerando, ainda, a dinamicidade (mudança de cenários) e a interatividade (nos processos de negociação) que podem ser experimentadas no simulador *e-tangram*, é possível afirmar que ele é um método de ensino participativo que permite desenvolver habilidades técnicas, humanas e conceituais requeridas para uma efetiva gestão estratégica. Ele permite vivenciar, de modo sistêmico e integrado, a concepção e implementação de métodos e técnicas que viabilizem o planejamento e o controle estratégico, bem como avaliar os riscos estratégicos que estão presentes no ambiente empresarial.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Como já mencionado anteriormente, esta pesquisa gera um modelo conceitual-científico resultante da integração de teorias (da Administração e da Complexidade) e técnicas (RNA, AHP e Programação Linear) já conhecidas, porém estudadas e aplicadas individualmente, para a representação do processo decisório, integrado e sistêmico, de uma empresa industrial, em um ambiente competitivo.

Alguns trabalhos relacionados aos Sistemas Complexos Adaptativos aplicados à Administração estão descritos a seguir.

Dutra e Erdmann (2007) analisaram o sistema de planejamento e controle da produção (PCP) das empresas a partir das premissas estabelecidas na Teoria da Complexidade. Segundo os autores, esta Teoria sugere que as organizações e seus sistemas sejam vistos como sistemas complexos adaptativos, cuja propriedade básica é a capacidade de ajustar seu comportamento em função das alterações ambientais. Um estudo de caso foi aplicado a duas empresas, no intuito de evidenciar aspectos típicos de SCA presentes nos sistemas de PCP das mesmas. Os resultados evidenciaram que as implicações da Complexidade estão presentes na rotina de trabalho do PCP das empresas, sendo que foi possível identificar casos em que os preceitos da Teoria contribuíram na solução de problemas emergentes na rotina do PCP.

Rebelo (2010) desenvolveu estudo com o objetivo de avaliar o processo de formação de estratégias de gestão em universidades públicas à luz dos fundamentos da Teoria da Complexidade. Para tal, se utilizou o referencial teórico sobre organizações universitárias, sobre formação de estratégias e, sobre Teoria da Complexidade e Sistemas Complexos Adaptativos, para desenvolver o construto que serviu de parâmetro de análise. Trata-se de um estudo descritivo-exploratório, de natureza qualitativa, acerca da dinâmica do processo de formação de estratégia em Planos de Gestão de Instituições de Ensino Superior. Os resultados da aplicação do construto na instituição estudada evidenciaram que ela orienta seus processos de formação de estratégia, expressos em seus Planos de Gestão, basicamente pelos modelos racional-formal e negociado, mas que vem modificando sua prática no sentido de incorporar também o modelo de construção permanente.

Oliveira *et al.* (2011) desenvolveram pesquisa qualitativa para identificar as características básicas de um sistema complexo adaptativo que estão presentes em uma rede inter-organizacional horizontal de supermercados do sul de Minas Gerais. Os autores verificaram que a rede estudada é um sistema formado pelo processo de co-evolução de seus agentes, cujo objetivo básico é promover a sua competitividade. Este processo, segundo os autores resulta no aumento da eficácia operacional dos agentes e de aprendizagem, o que resulta em inovações coletivas e individuais. Os resultados da pesquisa, também indicam a presença de elementos de auto-organização.

Prekert (2012) descreveu o uso de um modelo baseado em agentes, com o objetivo de simular os processos de interação em redes de negócios. O modelo se baseia na suposição de que as redes de negócio podem ser vistos como sistemas complexos adaptativos. O autor apresentou, ainda, as bases conceituais e os desafios metodológicos relativos a modelagem das complexidades de redes de negócios. Sua pesquisa contribuiu com sugestões sobre como se pode lidar com essas questões e desafios ao usar modelos baseados em agentes para modelar processos não-lineares de interação dinâmica em redes.

O estudo desenvolvido por Arevalo e Esperanza (2013) procura identificar as características dos sistemas adaptativos complexos, assim como captar as implicações da sua aplicação no estudo das organizações. Para tal, foram analisados os resultados de pesquisas publicadas em revistas acadêmicas que facilitaram a introdução das ciências da complexidade na administração. A partir dos estudos comparativos das propostas analisadas, os autores consideram que os SAC podem abranger a emergência, a auto-organização e a evolução. A compreensão da organização a partir desta perspectiva cria linhas de investigação em liderança, estratégia e tomada de decisões.

Pascucci e Meyer (2013) consideram que Hospitais são organizações complexas, pluralistas e paradoxais. Segundo os autores, dois aspectos críticos da abordagem estratégica nessas organizações têm sido a formação de estratégias e a complexidade organizacional, influenciando uma dicotomia entre intenção e ação. O objetivo da pesquisa dos autores foi analisar como ocorre o processo de formação de estratégias em hospitais, como sistemas complexos. Para tanto, analisaram de que forma elementos da complexidade e elementos cognitivos influenciam a transformação de intenções em ações. O estudo se fundamentou na teoria estratégica em organizações e nas teorias da complexidade, com ênfase no processo de *strategizing* e *sensemaking*. Trata-se de um estudo comparativo de natureza qualitativa com abordagem multi-metódica. Resultados demonstraram que o processo de formação de estratégias em hospitais é iterativo e criativo, e combina *sensemaking* e *praxis*, identificando-se um padrão de formação de estratégias.

Com relação aos trabalhos relacionados à Redes Neurais Artificiais, alguns deles estão brevemente descritos a seguir.

Martinez *et al.* (2012) realizou um estudo sobre as características das redes neurais e do algoritmo *backpropagation* para aproximar funções contínuas com

exatidão. Foi desenvolvido um simulador que realiza o treinamento e o acompanhamento gráfico. A rede neural utilizada apresentou resultados satisfatórios durante o treinamento, demonstrando uma excelente capacidade de generalização. Corroborando com a idéia de modelagem de funções sem a necessidade do conhecimento prévio da mesma, a aplicabilidade desse sistema pode se estender a área de controle. , de reconhecimento de padrões, mapeamento do comportamento de sistemas não lineares, entre outros.

Dentre os trabalhos encontrados na literatura para a previsão de séries temporais, Zouca (2009) propõe a aplicação de um modelo de RNA composto por duas redes, RNN (*Recurrent Neural Network*) e TDNN (*Time Delay Neural Network*), que foram aplicadas em previsões de demanda do segmento industrial. Em Ribeiro et al (2009), Dongxiao et al (2010), Lanzhen e Fan (2010) e Neto et al (2009) abordam-se o uso dos algoritmos de RNA, como por exemplo, o *backpropagation*, contextualizados com modelos econométricos e/ou relacionados diretamente às séries de tempo. Em Mahdi et al (2009) pode ser visto um modelo de rede neural adaptativo para previsão de séries temporais em sistemas financeiros, denominado *Self-Organized Multilayer Perceptron* (SOMLP) e que, posteriormente, é comparado ao *Multilayer Perceptron* (MLP). Em Crone e Dhawan (2007) tem-se novamente uma MLP, contudo neste trabalho o autor busca a previsão de séries temporais sazonais mediante uma análise da sensibilidade dos parâmetros da arquitetura da rede.

Trabalhos de revisão da literatura, relacionados à utilização do AHP, estão descritos a seguir.

Sipahi e Timor (2010) pesquisaram identificaram cerca de 600 artigos publicados entre os anos de 2005 e 2009. Destes, foram selecionados 232, que foram publicados em revistas e periódicos de reputação internacional. Verificaram que aplicações do AHP ainda crescem de modo exponencial. As principais aplicações são relacionadas à manufatura, gestão ambiental, energia, transportes, construção civil e outros. Os autores acreditam que este estudo pode orientar trabalhos futuros que visem o avanço do AHP e pode ajudar os gestores em seus processos de tomada de decisões.

Ishizaka e Labib (2011) fazem uma revisão da evolução da AHP desde os seus inícios. O foco do estudo é uma revisão sobre os desenvolvimentos que têm surgido ao longo destas décadas. Em particular, discutiram os problemas de modelagem, o processo de comparação pareada, as escalas de julgamento, os

métodos de derivação, os índices de consistência, a matriz incompleta, a síntese dos pesos, a análise de sensibilidade e as decisões do grupo.

Subramanian e Ramathan (2012) fizeram uma ampla revisão da literatura sobre as aplicações do AHP na área de gestão de operações. Analisaram artigos publicados entre os anos de 1990 e 2009, em 192 revistas de renome internacional. Como resultado, identificaram que a maioria dos artigos estava relacionado a problemas que envolviam uma combinação de fatores qualitativos e quantitativos, como, por exemplo, decisões socioeconômicas de operações. Identificaram, ainda, que o AHP tem utilizado em problemas relacionados ao projeto de produtos e aos seus processos de fabricação, além nos de gestão da cadeia de suprimentos. Além disso, os autores identificaram a existência de algumas lacunas nas aplicações: (i) previsão; (ii) layout de instalações; (iii) gestão de estoques.

3 PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO

3.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Neste capítulo descreve-se uma proposta de modelagem (conceitual e científica), para representar o processo decisório (integrado e sistêmico), de uma empresa a partir do referencial teórico explorado no capítulo 2.

Esta modelagem foi elaborada com o propósito de compreender as diversas relações de interdependência entre as variáveis intervenientes no referido processo decisório de uma empresa. A modelagem conceitual proposta é representada a partir dos conceitos do pensamento sistêmico da administração e da dinâmica dos sistemas complexos adaptativos. A modelagem científica proposta, por sua vez, é representada pelas técnicas de RNA, AHP e de PL. A modelagem é traduzida, em termos concretos, pelo desenvolvimento de um sistema computacional, que pode ser utilizado como apoio aos processos decisórios das empresas. Sistema computacional que é customizado, testado e validado em ambientes empresariais virtuais gerados no simulador empresarial *e-tangram*.

3.2 MODELO CONCEITUAL-CIENTÍFICO

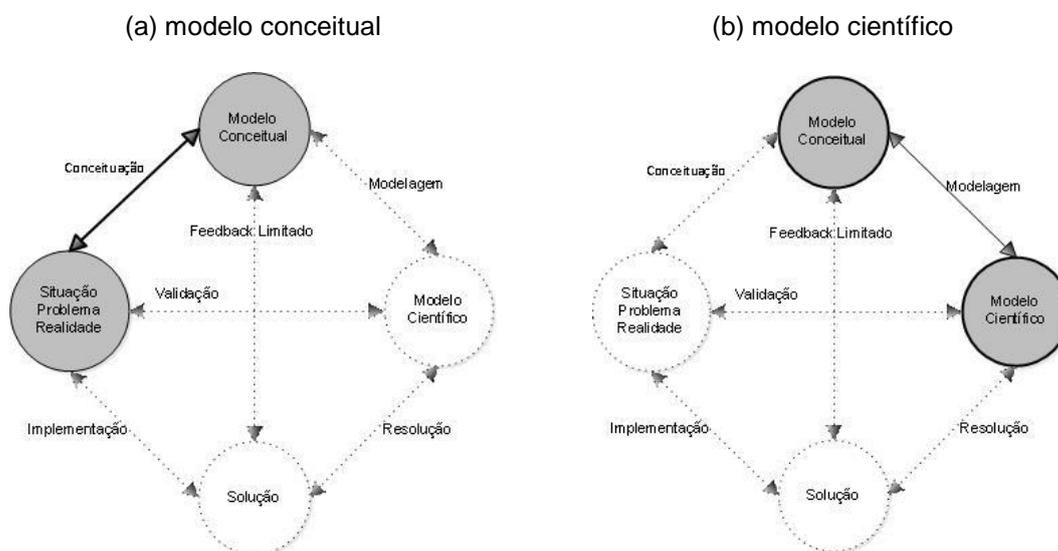
3.2.1 Questões Metodológicas

Esta pesquisa se inicia na fase axiomática descritiva e se desenvolve até a fase empírica normativa. Está fundamentada no ciclo completo do modelo de Mitroff *et al.* (1974) e na classificação de Bertrand e Fransoo (2002).

A fase axiomática, de Bertrand e Fransoo (2002), corresponde ao ciclo de Mitroff *et al.* (1974) representado na figura 3.1. Nesta fase, ou ciclo, o modelo conceitual é concebido a partir da análise de conceitos apresentados em trabalhos científicos que relacionam Administração Sistêmica e Sistemas Complexos Adaptativos.

Ainda na fase axiomática, o modelo científico é desenvolvido a partir do modelo conceitual concebido inicialmente. Nesta etapa do processo de desenvolvimento da pesquisa, os conceitos iniciais são traduzidos por formulações matemáticas (*Analytic Hierarchy Process*, Redes Neurais e Programação Linear). A figura 3.1 representa esta nova etapa.

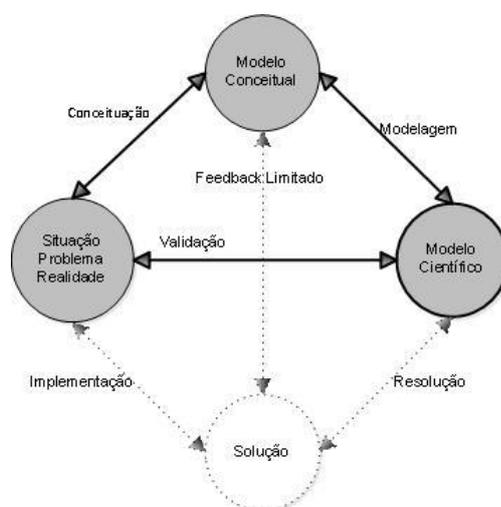
Figura 3.1 – Concepção do modelo conceitual-científico



Fonte: Adaptado de Mitroff *et al.* (1974)

Para finalizar a fase axiomática, o modelo conceitual-científico é validado em um ambiente de simulação criado no simulador empresarial *e-tangram*, visto ser ele capaz de reproduzir situações de processos decisórios integrados e sistêmicos, conforme pode ser constatado em Wollmann *et al.* (2014). Fecha-se, assim, o ciclo correspondente a fase de concepção do modelo. A figura 3.2 representa esta fase.

Figura 3.2 – Concepção e validação do modelo conceitual-científico



Fonte: Adaptado de Mitroff *et al.* (1974)

3.2.2 Modelo Conceitual

3.2.2.1 Fundamentação Teórica

O modelo conceitual surge a partir da observação da estreita relação entre os conceitos das teorias da complexidade e da administração e das técnicas de otimização e simulação de sistemas.

As empresas apresentam uma dinâmica de comportamentos, pois, as interações entre suas partes (áreas funcionais tais como *Marketing*, Produção, Recursos Humanos, Finanças dentre outras) promovem mudanças contínuas. Ao mesmo tempo, as partes trocam energia (materializada em recursos e informações) com o ambiente (político, social, econômico, tecnológico e concorrencial) no qual está inserida, promovendo adaptações internas deliberadas de todas as suas partes. Nesta troca de energia, modificações também podem ocorrer em partes desse ambiente. Assim, é possível verificar que as empresas são sistemas dinâmicos e dissipativos.

Essas características possibilitam considerar, segundo Richardson (2008), que as empresas são sistemas não-lineares, que precisam se auto-organizar constantemente para se manterem competitivas. As empresas são, portanto, organismos de natureza complexa adaptativa e podem ser representadas pelos sistemas complexos adaptativos.

Um sistema complexo adaptativo é composto por agentes que interagem de forma não linear. Para Stacey (2007), essa interação possui uma característica holográfica: a interação entre as partes está continuamente recriando o todo, ao mesmo tempo em que o todo, afeta cada uma das partes. A interação e o aprendizado dos agentes acontecem individualmente por meio de um conjunto de processos: (i) descoberta; (ii) escolha; (iii) ação.

Os agentes ou partes (áreas funcionais) têm um papel central no funcionamento tanto dos SCA, como das empresas. Para Stacey (2007) e Richardson (2008), os agentes são os responsáveis pela interação, pelo processo de tomada de decisão. São eles que determinam e articulam a direção para a qual o sistema ou a empresa vai se desenvolver. Os agentes estabelecem prioridades, a partir das quais fazem as suas próprias escolhas, numa dinâmica entre conformidade e individualismo. Eles avaliam como outros agentes respondem às

suas ações. Respostas favoráveis às suas ações são repetidas enquanto que as respostas desfavoráveis geram mudança no seu comportamento. É de responsabilidade dos agentes tornarem legítimo o sistema pela ocorrência de interações formais e informais, na medida em que estimulam e desenvolvem redes de *feedback*. As redes de *feedback*, por sua vez, incentivam o aprendizado e a criatividade que conduzem à auto-organização e à evolução do sistema.

Estas questões, destacadas nos parágrafos acima, permitem que se estude as interações e redes de *feedback* existentes nas empresas segundo a ótica dos sistemas complexos adaptativos.

Por outro lado, os sistemas complexos adaptativos, por serem formados de um grande número de agentes (partes), por possuírem muitas conexões (de difícil decomposição), não podem ser analisados como um conjunto de elementos independentes, sem que o sistema seja destruído. Para conservar a configuração do sistema complexo, é necessário tratá-lo de modo integrado e sistêmico.

Assim, para representar e analisar os sistemas complexos é necessário utilizar ferramentas que considerem essas características. E, a técnica das Redes Neurais Artificiais é uma delas.

Como já visto na seção 2.3.1, as Redes Neurais possuem características, tais como: são sistemas complexos com capacidade de adaptação; é formada por um conjunto de muitos nós ou unidades; cada unidade está ligada a algumas ou a todas as outras unidades, ou seja, a intensidade da influência de uma unidade sobre outra pode ser representada matematicamente. Isto permite que qualquer conjunto de conexões possa ser modelado. Bar-Yam (2003) destaca que a compreensão das subdivisões e subestruturas da Rede Neural é o tema-chave que norteia muitas formas no estudo dos sistemas complexos. Neste contexto, é possível inferir que as técnicas de Redes Neurais Artificiais são uma estratégia possível para a modelagem de sistemas complexos adaptativos.

Além disso, como já mencionado também, os agentes estabelecem prioridades e interagem com outros agentes, na busca de um consenso. Este fenômeno pode ser modelado matematicamente por duas técnicas: (i) *Analytic Hierarchy Process*, que define a hierarquia entre os agentes (desejos e prioridades); (ii) Programação Linear, que otimiza as influências dos diversos agentes (consenso). Tem-se, assim, a possibilidade de integração das teorias e técnicas mencionadas no

capítulo 2, com o objetivo de definir o modelo conceitual, cuja descrição está na seção que se segue.

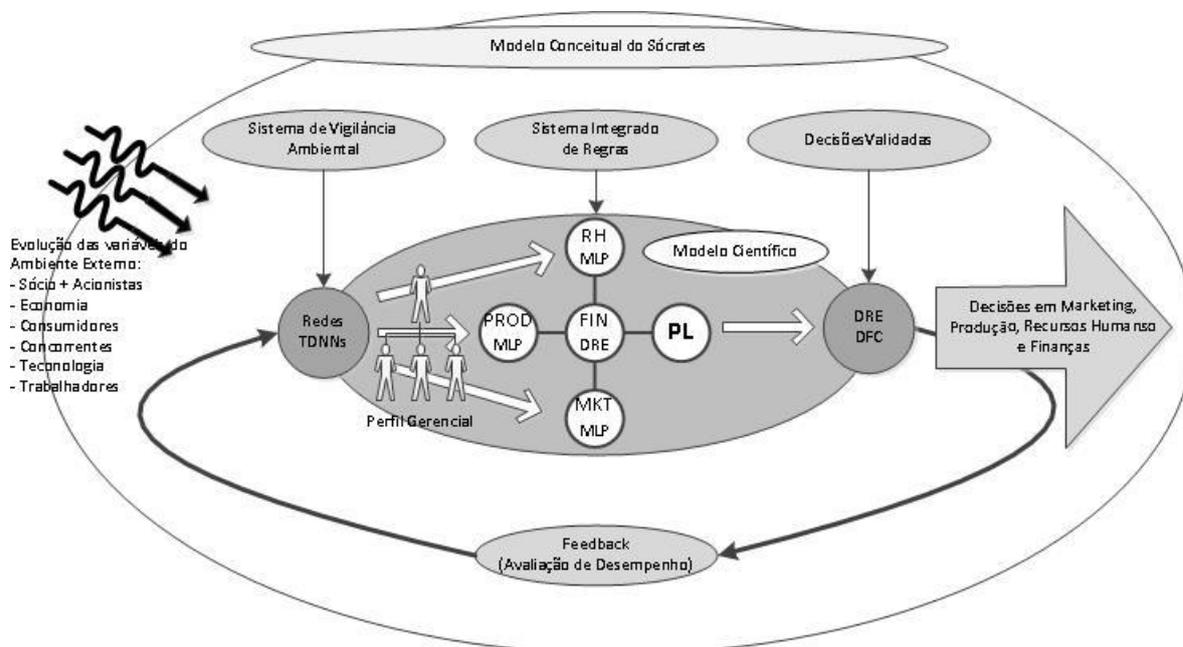
3.2.2.2 Descrição do Modelo

O modelo de um sistema complexo adaptativo, apresentado na figura 2.3 pode, agora, ser “traduzido” para o ambiente empresarial. A tabela 3.1 apresenta as relações entre os elementos de um SCA e o modelo conceitual proposto, aqui denominado “Modelo Conceitual-Científico de Sócrates”, cuja representação gráfica, mostrando a integração entre as teorias e técnicas utilizadas, está na figura 3.3.

Tabela 3.1 – Relações entre SCA e Sócrates

<i>Sistema Complexo Adaptativo</i>	<i>Modelo Conceitual – Sócrates</i>
Variáveis do Ambiente Externo	Sócios + Acionistas Economia Mercado (Consumidores + Concorrentes) Tecnologia Sociedade + Sindicato
Agentes	Áreas Funcionais (Marketing + Produção + Recursos Humanos + Finanças)
Sistema de Vigilância Ambiental	Sistema de Coleta e Armazenamento das Séries Históricas das Variáveis Externas
Sistema Integrado de Regras	Processo de Análise Hierárquica Redes Neurais Artificiais (MLP + TDNN) Programação Linear
Sistema de Reação	Definição das Decisões para as Áreas Funcionais
Conjunto de Ações	Implementação das Decisões nas Áreas Funcionais
Aprendizado Adaptativo	Avaliação dos Resultados das Decisões Implementadas Treinamento dos Agentes

Figura 3.3 – Modelo Conceitual-Científico do Sócrates, CEO-Robot



Observa-se que a elipse maior, que representa a empresa, sofre influências do ambiente externo, por intermédio dos sócios da empresa, da economia, dos consumidores, das empresas concorrentes, da tecnologia e dos trabalhadores. Essas influências, representadas por variáveis, são detectadas e analisadas por um Sistema de Vigilância Ambiental, composto pelos subsistemas de Marketing, de Produção, de Recursos Humanos e de Finanças.

O Sistema de Vigilância Ambiental, após analisar as influências do ambiente externo, gera informações, com certas tendências (decorrentes de um perfil gerencial específico), para o Sistema Integrado de Regras, composto, por sua vez, pelos subsistemas de Marketing, de Produção, de Recursos Humanos, de Finanças e de Otimização.

O Sistema Integrado de Regras gera um primeiro conjunto de decisões, integradas e sistêmicas. Decisões que são validadas pelo agente Decisões Validadas.

O agente de validação das decisões utiliza as demonstrações financeiras clássicas: (i) Demonstração de Resultado do Exercício (DRE); (ii) Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC) e verifica se os resultados estão de acordo com os desejados pelos sócios da empresa. Caso positivo, decisões nas áreas de Marketing,

Produção, Recursos Humanos e Finanças são tomadas. Caso contrário/negativo, todos os sistemas são informados por um Sistema de Avaliação de Desempenho (*Feedback*).

Finalmente, o Sistema de Avaliação de Desempenho indica ajustes a serem implementados nos Sistemas de Vigilância Ambiental e Integrado de Regras.

3.2.3 Modelo Científico

3.2.3.1 Considerações Iniciais

Cada uma das técnicas de otimização, já mencionadas, modela aspectos específicos de Sócrates. Especificamente:

- *Analytic Hierarchy Process* – técnica responsável por definir o perfil gerencial de Sócrates. Segundo Wollmann *et al.* (2013), com ela, é possível estabelecer o grau de importância das variáveis externas que influenciam o processo de tomada de decisão.
- Redes Neurais Artificiais – técnica responsável por definir: (i) as tendências das séries históricas das variáveis externas; (ii) as transformações das tendências, mencionadas anteriormente, em valores que permitam quantificar o processo decisório que ocorre nas áreas funcionais (Marketing, Produção, Recursos Humanos e Finanças).
- Programação Linear – técnica que determina a solução ótima das decisões que ocorrem nas áreas funcionais, diante da situação apresentada.

Para uma melhor compreensão do modelo científico, cada um dos seus agentes (partes, subsistemas) e processos são descritos a seguir.

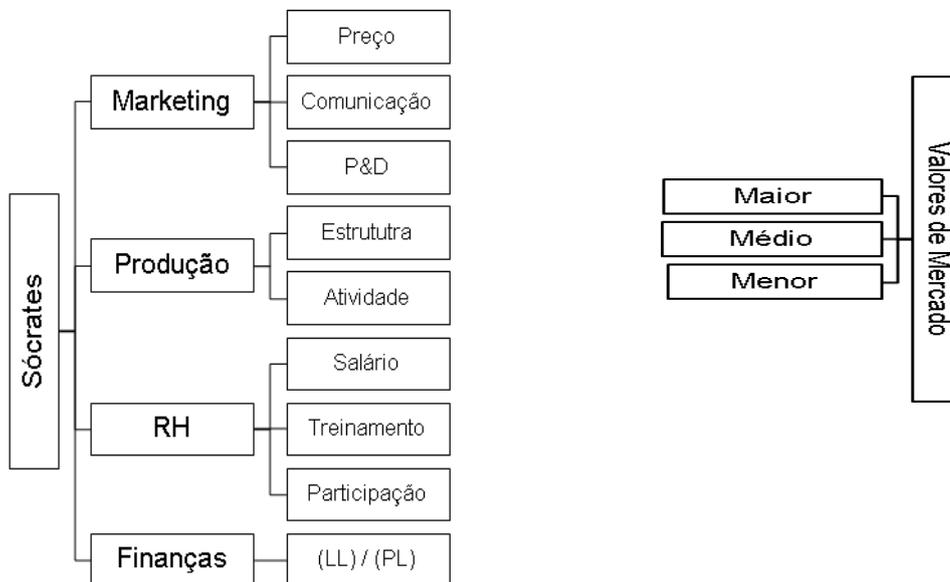
3.2.3.2 Perfil Gerencial de Sócrates

O perfil gerencial de Sócrates é definido pela técnica multicritérios *Analytic Hierarchy Process*, cuja fundamentação teórica está descrita na seção 2.3.3.

Para compor esse perfil gerencial, são considerados seguintes critérios, subcritérios e alternativas, que pode ser visualizados na figura 3.4:

- Critérios: decisões nas áreas de marketing, produção, recursos humanos e finanças.
- Subcritérios: decisões na área de:
 - Marketing – P&D, preço e comunicação integrada.
 - Produção – capacidade nominal de produção e nível de atividade.
 - Recursos Humanos – salário, participação nos lucros e treinamento.
 - Finanças: relação entre lucro líquido e patrimônio líquido.
- Alternativas: escolher entre o maior, o médio ou o menor de cada critério e subcritério.

Figura 3.4 – Perfil do Sócrates, CEO-Robot



Com esta estrutura multicritérios é possível definir o perfil gerencial de Sócrates no processo de tomada de decisão, integrada e sistêmica. Isto permitirá definir a importância que as variáveis de decisão (a esquerda na figura 3.4) têm para Sócrates, quando referenciadas aos valores praticados pelas empresas concorrentes (a direita na figura 3.4). Por exemplo, ao considerar as decisões nas áreas funcionais, Sócrates hierarquiza suas preferências segundo a figura 3.5, ou seja: (i) Marketing tem 21% da sua preferência; (ii) Produção, 29%; (iii) Recursos Humanos, 13%; (iv) Finanças, 38%. Da mesma forma poderíamos ter inúmeros cenários quanto ao perfil gerencial do Sócrates.

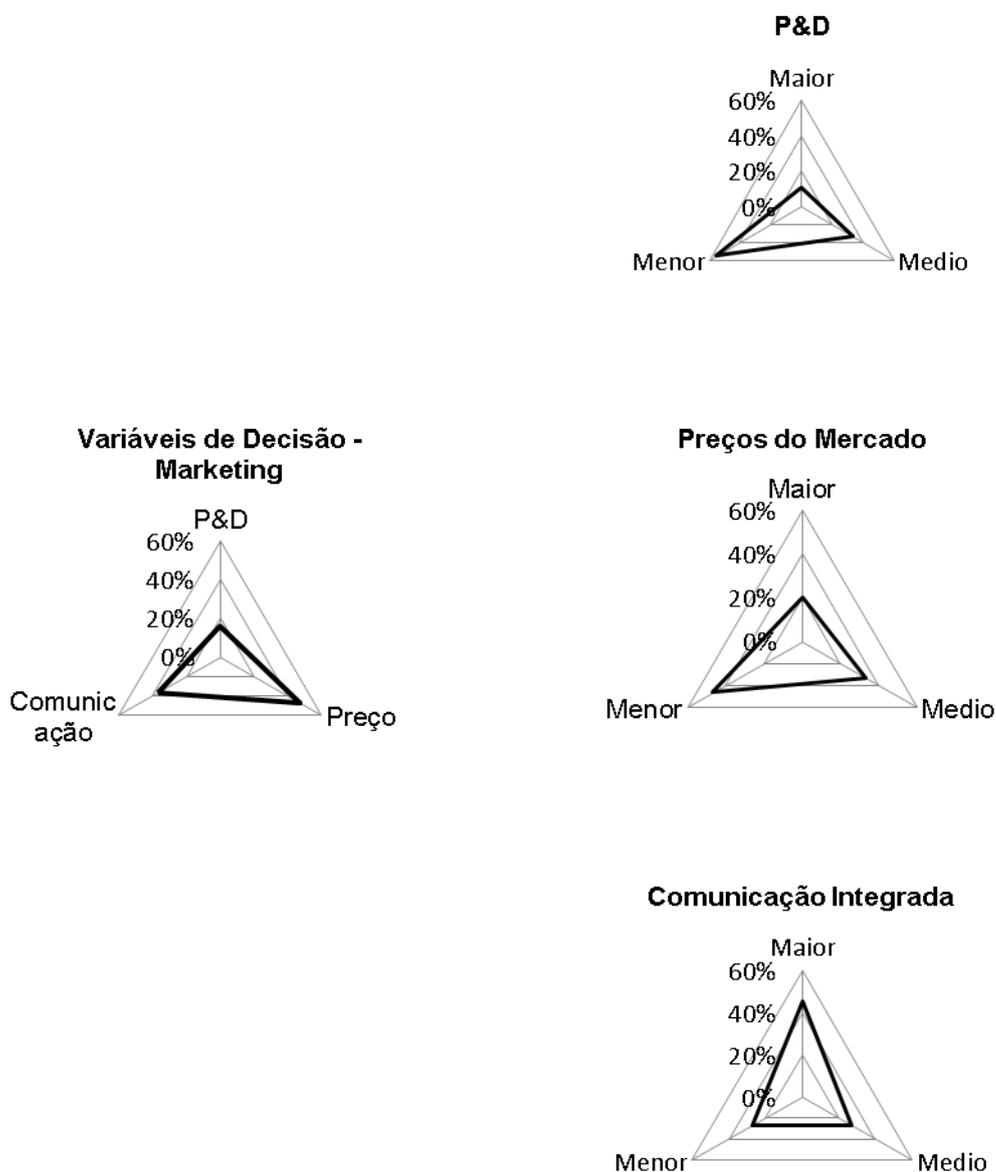
Figura 3.5 – Importância das áreas funcionais no processo decisório



Uma visão mais detalhada das preferências de Sócrates para as variáveis de decisão na área de Marketing pode ser visualizada na figura 3.6. Nesta área, Sócrates poderia ter as seguintes preferências: (i) 47% para o preço; (ii) 37% para a comunicação integrada; (iii) 16% para a pesquisa e desenvolvimento. Detalhando um pouco mais, as preferências de Sócrates com relação os valores praticados pelas empresas concorrentes:

- Com relação ao Preço, Sócrates considera mais importante: (i) 47%, o menor preço do mercado; (ii) 33%, o médio; (iii) 20%, o maior. Com estes valores, Sócrates define o preço (média ponderada) que melhor se ajusta ao seu perfil gerencial.
- Com relação à Comunicação Integrada, Sócrates considera mais importante: (i) 46%, o maior gasto em comunicação integrada do mercado; (ii) 27%, o médio; (iii) 27%, o menor. Sócrates define o valor a ser gasto com comunicação integrada de forma semelhante ao preço.
- Com relação à P&D, Sócrates considera mais importante: (i) 56%, o menor valor gasto com P&D; (ii) 33%, o médio; (iii) 11%, o maior. E, com estes valores, define o gasto de P&D a ser feito pela empresa.

Figura 3.6 – Importância das variáveis de decisão da área de Marketing



Com isto, Sócrates passa a ter a capacidade de fazer suas escolhas e direcionar o processo decisório, segundo suas preferências.

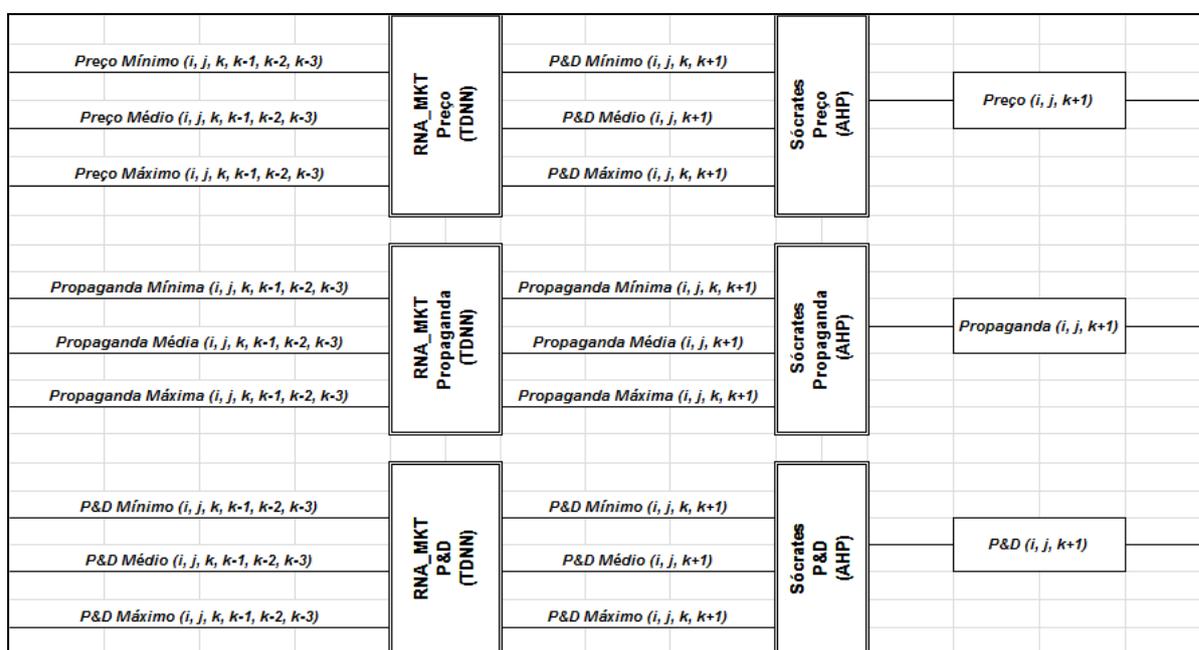
3.2.3.3 Sistema de Vigilância Ambiental (Fatores Externos)

O sistema de vigilância ambiental, que identifica as modificações (alterações) que ocorrem no ambiente externo à empresa, oriundas, basicamente do ambiente

setorial é composto por um conjunto de RNAs do tipo TDNN. Estas RNAs são capazes de fazer previsões sobre séries temporais, antecipando os valores futuros de cada uma das variáveis em foco. O sistema de vigilância é composto por quatro subsistemas: (i) de Marketing; (ii) de Produção; (iii) de Recursos Humanos e (iv) Finanças.

O Subsistema de Vigilância Ambiental da área de *Marketing*, representado graficamente na figura 3.7, é composto por três redes TDNN (com janela igual a 4 e 9 neurônios na camada oculta), para cada combinação dos “n” produtos que podem ser comercializados em “m” mercados. Cada uma das RNAs é responsável por monitorar as variações (nos tempos k , $k-1$, $k-2$, $k-3$) dos preços (mínimo, médio e máximo), dos gastos com propaganda (máximo, médio e mínimo) e dos gastos com P&D (máximo, médio e mínimo) das empresas concorrentes para cada um dos produtos (i) comercializados nos diversos mercados (j).

Figura 3.7 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Marketing

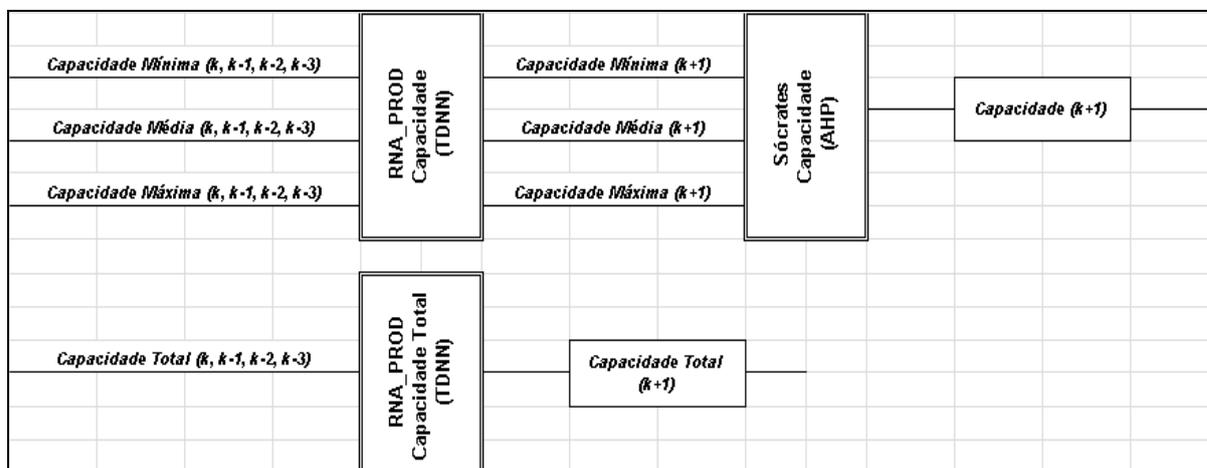


A partir deste monitoramento, cada uma das RNAs determina os preços (mínimo, médio e máximo), os gastos com propaganda (máximo, médio e mínimo) e os gastos com P&D (máximo, médio e mínimo) que a empresa deve considerar no tempo ($k+1$) para cada produto (i), em cada mercado (j). Na sequência, Sócrates utiliza suas preferências definidas preliminarmente (seção 3.3.3.2) e faz a

ponderação entre o maior, o médio e a menor de cada uma destas variáveis, definindo os valores que deverão ser adotados no processo decisório. Para cada par produto-mercado são definidos: o preço; o gasto em propaganda; além do gasto em P&D para melhoria do produto.

O subsistema de Vigilância Ambiental da área de Produção, representado graficamente na figura 3.8, é composto por duas redes TDNN (com janela igual a 4 com 9 neurônios na camada oculta). Cada uma das RNAs é responsável por monitorar as variações (nos tempos k , $k-1$, $k-2$, $k-3$) das capacidades de produção (mínima, média e máxima) das empresas concorrentes e da capacidade total de produção do setor. A partir deste monitoramento, cada uma das RNAs determina as capacidades de produção (mínimo, médio e máximo) e a capacidade total de produção do setor, que a empresa deve considerar no tempo $(k+1)$. Na sequência, Sócrates utiliza suas preferências (seção 3.3.3.2) e faz a ponderação entre o maior, o médio e a menor de cada uma destas variáveis, definindo os valores que são adotados no processo decisório. Assim, determina-se a capacidade de produção da empresa.

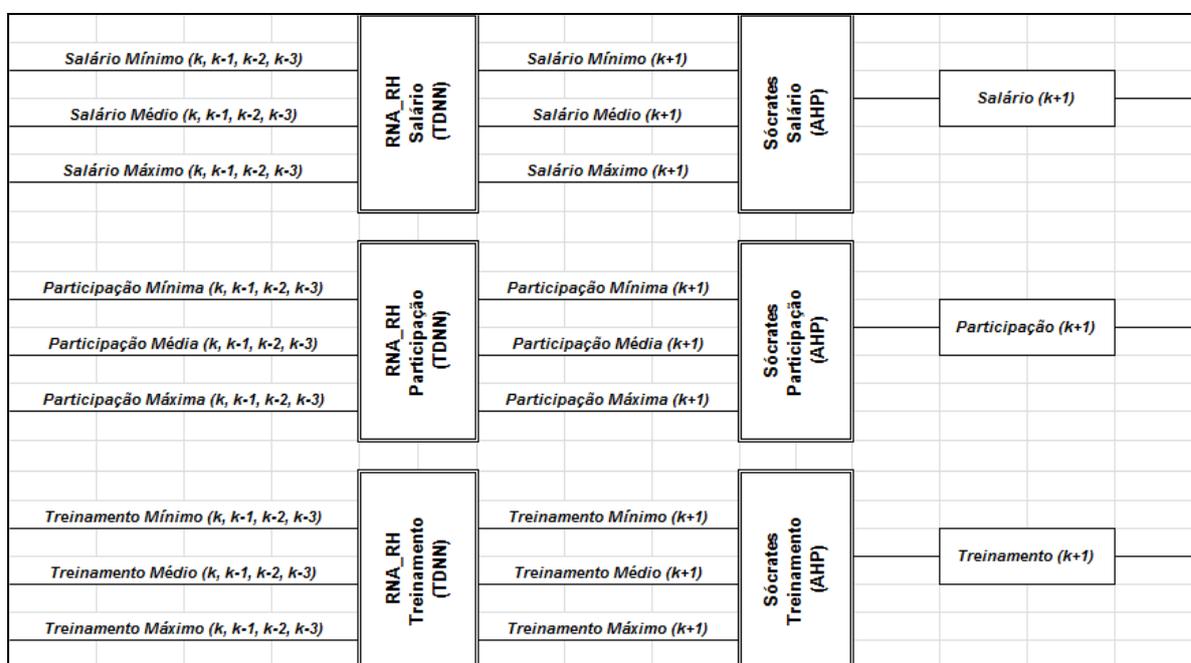
Figura 3.8 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Produção



O Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Recursos Humanos, representado graficamente na figura 3.9, é composto por três redes TDNN (com janela igual a 4 com 9 neurônios na camada oculta). Cada uma das RNAs é responsável por monitorar as variações (nos tempos k , $k-1$, $k-2$, $k-3$) dos salários (mínimo, médio e máximo), dos gastos com participação nos lucros (máximo, médio e mínimo) e dos gastos com treinamento (máximo, médio e mínimo) das empresas

concorrentes. A partir deste monitoramento, cada uma das RNAs determina os salários (mínimo, médio e máximo), os gastos com participação nos lucros (máximo, médio e mínimo) e os gastos com treinamento (máximo, médio e mínimo) que a empresa deve considerar no tempo $(k+1)$. Na sequência, Sócrates utiliza suas preferências (seção 3.3.3.2) e faz a ponderação entre o maior, o médio e a menor de cada uma destas variáveis, definindo os valores que são adotados no processo decisório: salário, gasto com participação nos lucros e gasto com treinamento. Assim, estabelece-se a política de recursos humanos para o tempo $(k+1)$.

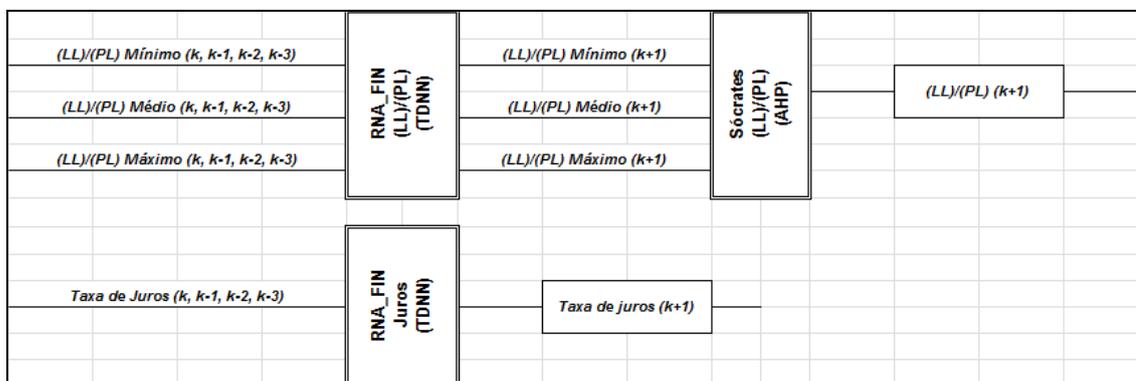
Figura 3.9 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Recursos Humanos



O subsistema de Vigilância Ambiental da área de Finanças, representado graficamente na figura 3.10, é composto por duas redes TDNN (com janela igual a 4 com 9 neurônios na camada oculta). Cada uma das RNAs é responsável por monitorar as variações (nos tempos $k, k-1, k-2, k-3$) das relações entre os lucros líquidos e os patrimônios líquidos (mínima, média e máxima) das empresas concorrentes e da taxa de juros da economia. A partir deste monitoramento, cada uma das RNAs determina as relações entre os lucros líquidos e os patrimônios líquidos (mínima, média e máxima) das empresas concorrentes e da taxa de juros da economia, que a empresa deve considerar no tempo $(k+1)$. Na sequência, Sócrates utiliza suas preferências e faz a ponderação entre o maior, o médio e a menor de

cada uma destas variáveis, definindo os valores que são adotados no processo decisório. Assim, determina-se a taxa mínima de atratividade a ser considerada pela empresa.

Figura 3.10 – Subsistema de Vigilância Ambiental da área de Finanças

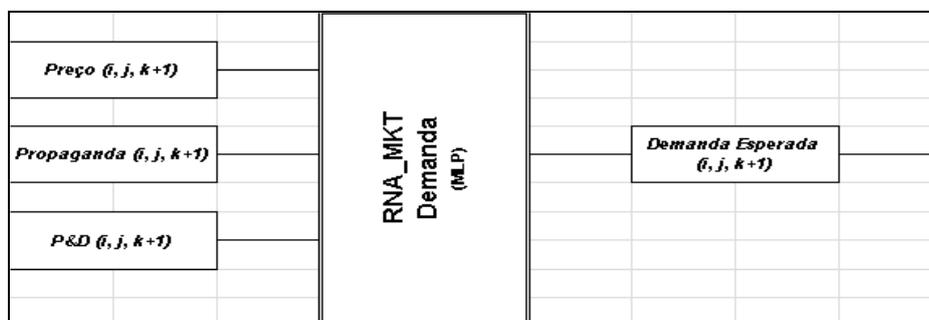


3.2.3.4 Sistema Integrado de Regras

Os resultados do Sistema de Vigilância Ambiental são tratados por um conjunto de Redes Neurais do tipo MLP (*Multi-Layer Perceptron*): (i) *Marketing*; (ii) *Produção*; (iii) *Recursos Humanos*. Estas RNA fazem parte do sistema integrado de regras do Sócrates e têm por objetivo transformar os resultados obtidos por meio da aplicação das redes do tipo TDNN em informações para o “agente” de otimização da decisão (modelo de Programação Linear).

Para a área de *Marketing*, existe um conjunto de redes MLP, cada uma delas representada pela figura 3.11.

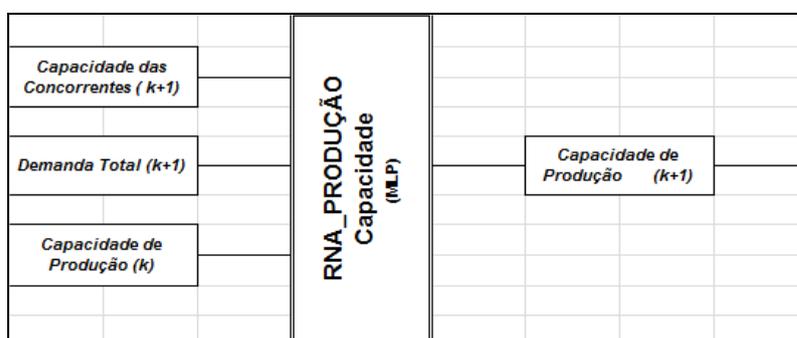
Figura 3.11 – Sistema Integrado de Regras para a área de Marketing



Estas redes fazem o papel do executivo de *marketing* que é capaz de prever a demanda d_{ij} resultante da estratégia de *marketing* da empresa, isto é, da definição dos 4Ps (produto, praça, preço e promoção) para o tempo $(k+1)$. Para cada um dos “i” produtos a serem produzidos pela empresa e que podem ser comercializados em “j” mercados, existe uma rede MLP específica. Genericamente, a área de *Marketing* terá “i x j” redes MLP.

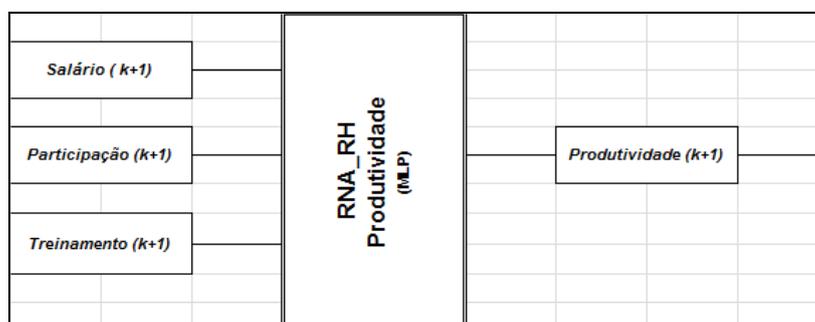
Para a área de Produção, a rede MLP, representada pela figura 3.12, faz o papel do executivo de produção que é capaz de definir a capacidade de produção C da empresa para o tempo $(k+1)$.

Figura 3.12 – Sistema Integrado de Regras para a área de Produção



Para a área de Recursos Humanos, a rede MLP, representada pela figura 3.13, faz o papel do executivo de recursos humanos que é capaz de prever a produtividade dos empregados da empresa a partir da política de remuneração e treinamento adotada pela empresa no tempo $(k+1)$.

Figura 3.13 – Sistema Integrado de Regras para a área de Recursos Humanos



Os executivos das áreas de *Marketing*, Produção e Recursos Humanos disponibilizam suas informações para o agente de otimização. Este agente é responsável pela otimização da programação de produção. E, para isto, poderá utilizar o seguinte modelo de Programação Linear:

$$\text{Max } Z = \sum_i \sum_j L_{ij} (x_{ij} + e_{ij}) \quad (9)$$

Sujeito à:

$$\sum_i \sum_j a_i \cdot x_{ij} \leq C \quad (10)$$

$$x_{ij} + e_{ij} \leq D_{ij} \text{ para todo } i \text{ e } j \quad (11)$$

$$\sum_j e_{ij} \leq E_i \quad (12)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{e} \quad e_{ij} \geq 0 \quad (13)$$

sendo: $x_{i,j}$ quantidade produzida do produto i para o mercado j ;
 $e_{i,j}$ quantidade do produto i para o mercado j em estoque;
 E_i estoque do produto i no início do período;
 a_i recurso consumido da capacidade de produção da empresa para produzir o produto i ;
 $L_{i,j}$ lucro esperado do produto i no mercado j ;
 $D_{i,j}$ demanda esperada do produto i no mercado j ;
 C capacidade de produção.

Observa-se na equação (9) a necessidade de se estimar os valores $L_{i,j}$ lucros esperados do produto i no mercado j . Assim, as operações das áreas de marketing, produção e finanças precisam ser transformadas em unidades monetárias. E, nesta transformação, são utilizados os conceitos da demonstração financeira denominada Demonstração de Resultado do Exercício (DRE). Assim, os $L_{i,j}$ são determinados a partir do preço de venda de cada um dos produtos menos os diversos gastos, referentes a produção e comercialização de cada um deles. As parcelas consideradas são as seguintes:

- Preço do produto i comercializado no mercado j .
- Gasto com materiais (matérias-primas) por produto i comercializado no mercado j .
- Gasto com empregados por produto i .
- Gasto com treinamento dos empregados por produto i .
- Gasto com manutenção da estrutura de produção por produto i .
- Gasto com P&D por produto i .
- Gasto com comunicação integrada por produto i comercializado no mercado j .
- Gasto com logística de distribuição por produto i comercializado no mercado j .
- Gasto com a manutenção dos estoques de produtos não vendidos.

Finalmente, os dados e informações dos conjuntos de agentes das áreas de *Marketing*, Recursos Humanos e Produção são tratados pelo agente financeiro (demonstrações financeiras tradicionais: fluxo de caixa e demonstração do resultado do exercício), de modo a verificar se os resultados financeiros (principalmente a rentabilidade sobre o patrimônio líquido) atendem as expectativas da empresa: a taxa mínima de atratividade determinada pelo Subsistema de Vigilância da área Financeira.

3.2.3.5 Sistema de Avaliação de Desempenho

Os quatro conjuntos de agentes (ou áreas), Recursos Humanos; Produção, Marketing e Finanças, irão compartilhar seus dados, alterando-os, de modo que o equilíbrio entre os objetivos individuais e da empresa (definidos segundo o perfil gerencial do Sócrates), como um todo, sejam atingidos. Os objetivos a serem atingidos por cada uma das áreas poderiam ser, por exemplo, os listados a seguir.

- Área de Marketing – atender ao maior número possível de clientes interessados em comprar os produtos produzidos pela empresa, sem que nenhum cliente fica sem receber o produto pretendido;
- Área de Recursos Humanos – ter a melhor política de remuneração e de treinamento, quando comparado as políticas das empresas concorrentes;

- Área de Produção – utilizar a estrutura de produção com o menor custo possível, com uma programação de produção que esteja adequada às demandas pelos produtos da empresa;
- Área de Finanças – gerar lucro capaz de remunerar o patrimônio líquido e caixa de modo a garantir a liquidez da empresa.

Durante este processo de avaliação dos resultados, por cada uma das áreas (*Marketing*, Produção, Recursos Humanos e Finanças) e global, surge a oportunidade para Sócrates “rever” seu desempenho. Pode ser o momento de:

- Incorporar novos valores às séries históricas das variáveis de decisão, ampliando-as e possibilitando uma maior acurácia nas previsões.
- Redefinir as notas (pesos) que hierarquizam suas preferências, aperfeiçoando o seu perfil gerencial.

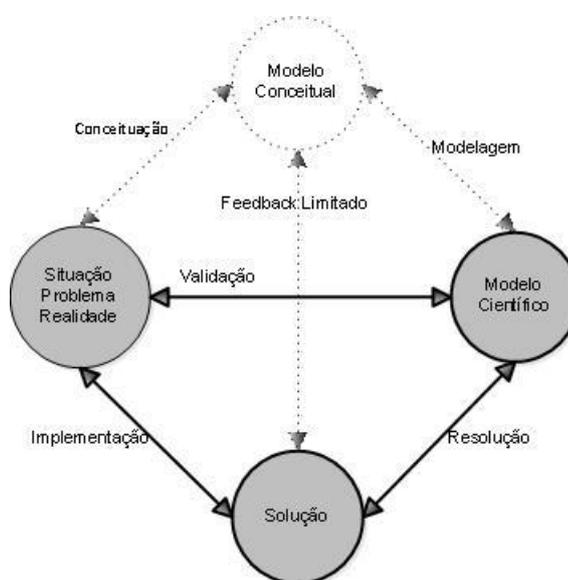
E, com este sistema de avaliação de desempenho, fica explicitada a característica de aprendizado de Sócrates. Assim, pode-se afirmar que Sócrates age como um Sistema Complexo Adaptativo.

4 RESULTADOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Após o desenvolvimento do modelo conceitual-científico, é chegada o momento de verificar a capacidade do Sócrates – CEO-Robot tomar decisões. Esta é a fase empírica desta pesquisa está representada na figura 4.1.

Figura 4.1 – Utilização do modelo conceitual-científico



Fonte: Adaptado de Mitroff *et al.* (1974)

Para esta verificação é utilizado o simulador empresarial *e-tangram*. Esta decisão é justificada pelos seguintes motivos:

- Impossibilidade de se obter dados reais de várias empresas que competem em um determinado segmento da economia.
- A técnica de simulação de sistemas tem sido utilizada, conforme Cleophas (2012), para ampliar a base de dados empíricos para a validação de um determinado modelo matemático.
- O *e-tangram*, de acordo com Wollmann *et al.* (2014), é capaz de reproduzir os principais aspectos do ambiente empresarial.

Assim, Sócrates assume a direção de empresas, em dois ambientes simulados distintos, descritos na sequência. O primeiro, composto por empresas que

produzem e comercializam computadores. O segundo, por empresas que produzem e comercializam calçados esportivos (tênis).

4.2 PERFIL GRENCIAL DE SÓCRATES

4.2.1 Perfil Gerencial I

Inicialmente, Sócrates assume um perfil gerencial que privilegia as questões relacionadas às pessoas (área de RH), investindo prioritariamente em salário. A segunda preferência de Sócrates é a área de *Marketing*. Nesta área ele privilegia a imagem da empresa como prioridade (comunicação integrada é a variável de decisão mais importante). Por último, a área de Produção, prioritariamente no nível de atividade da empresa. Com relação à área de Finanças, não pode deixar de atender aos sócios da empresa e, por este motivo, é considerada como prioridade máxima.

A partir destas definições em relação ao perfil de Sócrates, atribui-se notas de 1 a 9, hierarquizando as preferências. Estas notas são apresentadas no quadro 4.1. Observa-se que para as áreas de decisão, as notas que indicam as preferências de Sócrates são: (i) *Marketing*, nota 5; (ii) Produção, nota 3; (iii) Recursos Humanos, nota 7; (iv) Finanças, nota 9. E, assim por diante.

Quadro 4.1 – Hierarquia das preferências do Perfil Gerencial I

Preferências do Decisor						
		Variáveis de Marketing		maior	médio	menor
		P&D	3	1	7	3
		Preço	5	3	7	5
		Comunicação	9	9	3	1
		Variáveis de Produção		maior	médio	menor
		Estrutura	3	1	5	7
		Atividade	9	9	5	1
Área de Decisão		Variáveis de RH		maior	médio	menor
Marketing	5	Salário	9	9	3	1
Produção	3	Participação	3	1	3	9
RH	7	Treinamento	5	1	3	5
Finanças	9	Variáveis de Finanças		maior	médio	menor
		(LL) / (PL)	9	9	3	1

4.2.2 Perfil Gerencial II

Posteriormente, Sócrates assume um perfil gerencial que privilegia as questões relacionadas ao mercado (área de *Marketing*), competindo prioritariamente em preço. A segunda preferência de Sócrates é a área de Produção. Nesta área ele pensa prioritariamente na estrutura de produção. Por último a área de pessoas, e pensa prioritariamente no treinamento dos empregados. Com relação à área de Finanças, tal qual no Perfil Gerencial I, não pode deixar de atender aos sócios da empresa considerada, assim, com a prioridade máxima.

A partir desta definição, da mesma forma, atribui-se notas de 1 a 9, hierarquizando as preferências. Estas notas são apresentadas no quadro 4.3. Observa-se que para as áreas de decisão, as notas que indicam as preferências de Sócrates são: (i) *Marketing*, nota 7; (ii) Produção, nota 5; (iii) Recursos Humanos, nota 1; (iv) Finanças, nota 9. E, assim por diante.

Quadro 4.3 – Hierarquia das preferências do Perfil Gerencial II

		Preferências do Decisor				
		Variáveis de Marketing	maior	médio	menor	
		P&D	1	1	7	3
		Preço	9	1	3	9
		Comunicação	3	9	3	1
		Variáveis de Produção	maior	médio	menor	
		Estrutura	9	9	5	3
		Atividade	3	3	5	1
		Variáveis de RH	maior	médio	menor	
		Salário	1	1	3	9
		Participação	3	1	3	9
		Treinamento	9	9	3	1
		Variáveis de Finanças	maior	médio	menor	
		(LL) / (PL)	9	9	3	1
Área de Decisão						
Marketing	7					
Produção	5					
RH	1					
Finanças	9					

Como resultado do tratamento matemático destas preferências, pela técnica multicritério *Analytic Hierarchy Process*, são determinados os pesos que cada uma

das variáveis de decisão tem no processo de tomada de decisão do Perfil Gerencial II. Estes valores são apresentados no quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Pesos de ajustes das variáveis de decisão do Perfil Gerencial II

Sócrates	Marketing 32%	P&D 8%	→	Maior	9%	Marketing 32%	Preço 69%	→	Maior	8%	Marketing 32%	Comunicação 23%	→	Maior	69%	Marketing 32%	Estrutura 75%	→	Maior	53%	Marketing 32%	Marketing 32%	→	Maior	22%					
			→	Medio	64%			→	Medio	23%			→	Medio	26%			→	Medio	26%										
			→	Menor	27%			→	Menor	69%			→	Menor	52%			→	Menor	52%										
		Produção 23%	Atividade 25%	→	Maior		33%	Produção 23%	Produção 23%	→		Maior	48%	Produção 23%	Produção 23%		→	Maior	48%	Produção 23%		Produção 23%	→	Maior	49%	Produção 23%	Produção 23%	→	Maior	49%
				→	Medio		56%			→		Medio	36%				→	Medio	36%				→	Medio	27%					
				→	Menor		11%			→		Menor	16%				→	Menor	16%				→	Menor	24%					
		RH 5%	Salário 8%	→	Maior		8%	RH 5%	RH 5%	→		Maior	50%	RH 5%	RH 5%		→	Maior	50%	RH 5%		RH 5%	→	Maior	50%	RH 5%	RH 5%	→	Maior	50%
				→	Medio		23%			→		Medio	23%				→	Medio	23%				→	Medio	23%					
				→	Menor		69%			→		Menor	27%				→	Menor	27%				→	Menor	27%					
	Finanças 41%	Participação 23%	→	Maior	8%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%					
			→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%										
			→	Menor	69%			→	Menor	8%			→	Menor	8%			→	Menor	8%										
	Finanças 41%	Treinamento 69%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%					
			→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%										
			→	Menor	8%			→	Menor	8%			→	Menor	8%			→	Menor	8%										
Finanças 41%	(LL)/(PL) 100%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%	Finanças 41%	Finanças 41%	→	Maior	69%						
		→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%			→	Medio	23%											
		→	Menor	8%			→	Menor	8%			→	Menor	8%			→	Menor	8%											

4.3 AMBIENTE DE SIMULAÇÃO I

Com os perfis definidos para Sócrates para duas situações distintas (privilegiando o Recursos Humanos e *Marketing*) são descritas, a seguir, as características do primeiro ambiente empresarial.

Sócrates deve ser capaz de gerenciar uma dessas empresas, segundo os perfis gerenciais definidos na seção anterior, fazendo uso do modelo-conceitual apresentado na figura 3.3.

4.3.1 Descrição: Mercado de Computadores

As empresas atuam no setor de eletroeletrônicos, produzindo 3 tipos de computadores: (i) CD – computador para uso doméstico (famílias); (ii) CP – computador para uso profissional (profissionais liberais); (iii) CC – computador para uso corporativo (empresas).

Os computadores produzidos e comercializados pelas empresas estão em conformidade com as necessidades e com os desejos dos seus possíveis consumidores. Contudo como as necessidades e os desejos atuais podem sofrer modificações no decorrer do tempo, os produtos deverão ser aperfeiçoados para acompanhar essa tendência do mercado. A atividade de P&D das empresas é a responsável pela manutenção de produtos atualizados.

As empresas comercializam os seus 3 tipos de computadores nos seguintes mercados consumidores: (i) mercado local; (ii) mercado regional. Isto as obriga a competir, de modo a garantir a obtenção de resultados para todos os *stakeholders*. As demandas potenciais por computadores em cada um dos mercados estão apresentadas na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Demanda potencial mensal dos mercados de computadores.

	Demanda (mensal) do Mercado	
	Local	Regional
Computador Doméstico (CD)	20.000	60.000
Computador Profissional (CP)	7.500	22.500
Computador Corporativo (CC)	3.000	9.000

O macro-ambiente no qual a empresa está inserida é controlado pelo coordenador do simulador, que gerencia as variáveis não-controláveis pela empresa. As variáveis que podem impactar no ambiente empresarial são: (i) taxa de juros; (ii) percentual de consumidores que buscam qualidade e inovação; (iii) percentual de consumidores que buscam preço; (iv) possibilidade de investimentos em P&D para melhoria dos produtos.

O ambiente setorial, por sua vez, tem uma influência mais direta sobre as empresas. Os *stakeholders* que podem influenciar no ambiente empresarial são: (i) sindicato dos trabalhadores, em busca de remuneração e treinamento; (ii) sócios ou acionistas, por taxas de retorno do capital próprio, cada vez maiores; (iii) concorrentes.

A política de comercialização inicial (igual para todas as empresas) e a demanda resultante estão consubstanciadas na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Demanda resultante da política de comercialização das empresas.

Produto	Mercado	Preço (\$)	Prazo (meses)	Taxa de Juros (%)	Comunicação Integrada (\$)	Demanda Resultante (unidades)
CD	Local	1.000	2	5	45.000	700
	Regional	1.000	2	5	45.000	2.000
CP	Local	3.000	2	5	45.000	350
	Regional	3.000	2	5	45.000	1.300
CC	Local	9.000	2	5	45.000	70
	Regional	9.000	2	5	45.000	210

A logística de distribuição é apresentada na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Preço da logística de distribuição.

Produto	Preço da Logística de Distribuição (\$)	
	Mercado Local	Mercado Regional
Computador Doméstico	100	250
Computador Profissional	100	250
Computador Corporativo	100	250

As empresas iniciam suas operações com uma Infraestrutura de Produção (prédios e instalações) capaz de produzir todos os tipos de computadores. Cada tipo de computador tem uma estrutura de componentes (lista de materiais), aqui denominadas simplesmente de MCD; MCP; MCC, que deverão transpassar as linhas de produção (tecnologia de transformação) com características previamente definidas (capacidade nominal de produção, número de empregados e custo de manutenção para produção). O custo dos materiais (MCD, MCP e MCC) são 500, 1.000 e 3.000 unidades monetárias, respectivamente. A empresa possui três linhas de produção, cujas características estão descritas na tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Características das linhas de produção.

Produção Mensal (unidades)	1.000
Número de Empregados	50
Espaço Físico (m ²)	200
Taxa de Manutenção (%)	1
Taxa de Depreciação (%a.m.)	1
Prazo de Instalação (meses)	1
Preço de LP Nova (\$)	500.000

O número de empregados das empresas, no início da simulação: (i) 150 empregados da produção (com salário de 1.000 unidades monetárias); (ii) 10 empregados da área administrativa (com salário de 1.500 unidades monetárias); (iii) 10 empregados da área comercial (com salário de 2.000 unidades monetárias).

Além dos ativos operacionais descritos anteriormente, as empresas têm uma caixa inicial de 2.000.000 de unidades monetárias. Além disso, as variáveis econômicas que afetam as questões financeiras das empresas estão definidas no macro-ambiente.

Todos estes dados estão cadastrados no simulador empresarial *e-tangram*, como pode ser observado no Apêndice A.

4.3.2 Empresas Simuladas: Resultados

Neste ambiente de simulação participaram 10 empresas, composta por alunos do curso de graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do

Paraná. Os resultados gerados pelas decisões destas empresas, durante 24 ciclos de decisão (decisões tomadas durante o primeiro semestre de 2014), estão disponibilizados pelo simulador *e-tangram* em uma área denominada de Relatórios. Nesta área, as empresas concorrentes têm acesso às informações do mercado, isto é, aos valores (maior, médio e menor) das variáveis de decisões de cada ciclo de decisão. E, estas informações devem ser utilizadas em seus processos decisórios.

Os resultados de vinte e quatro ciclos de decisão estão disponíveis nas figuras e tabelas apresentados no Apêndice A. Com base nos dados ali dispostos, são apresentadas, a seguir, as séries históricas dos preços, dos percentuais de gastos P&D e dos gastos com comunicação integrada, referentes ao computador doméstico no mercado local. Estas séries estão nos gráficos 4.1, 4.2 e 4.3, respectivamente.

Gráfico 4.1 – Preços do CD no mercado local

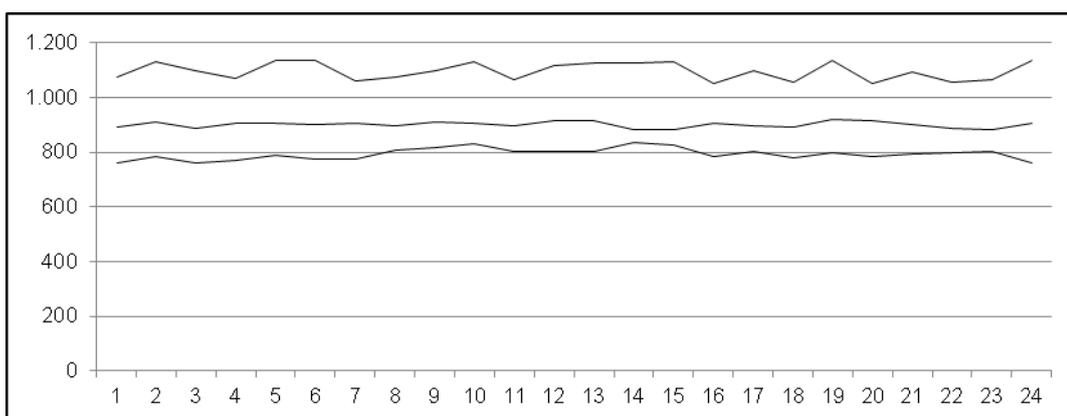


Gráfico 4.2 – Percentuais de gasto com P&Ds do CD no mercado local

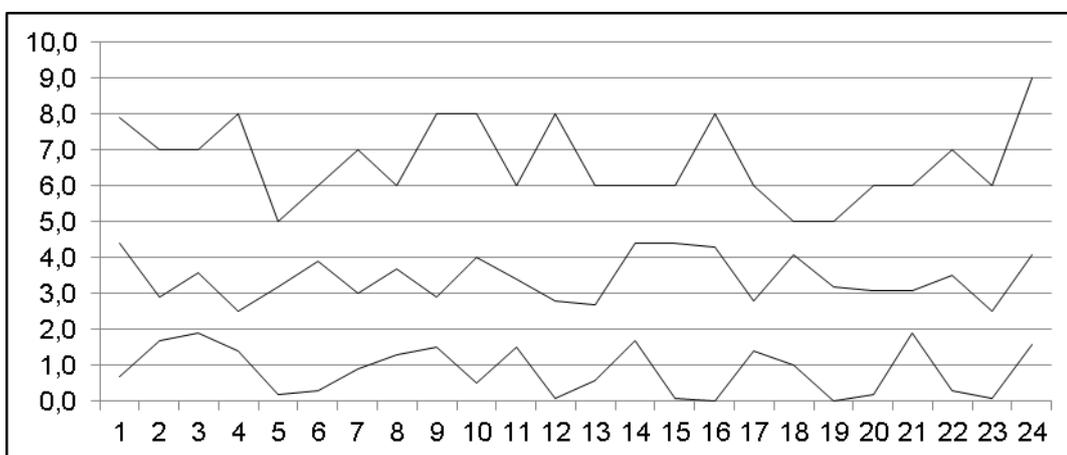
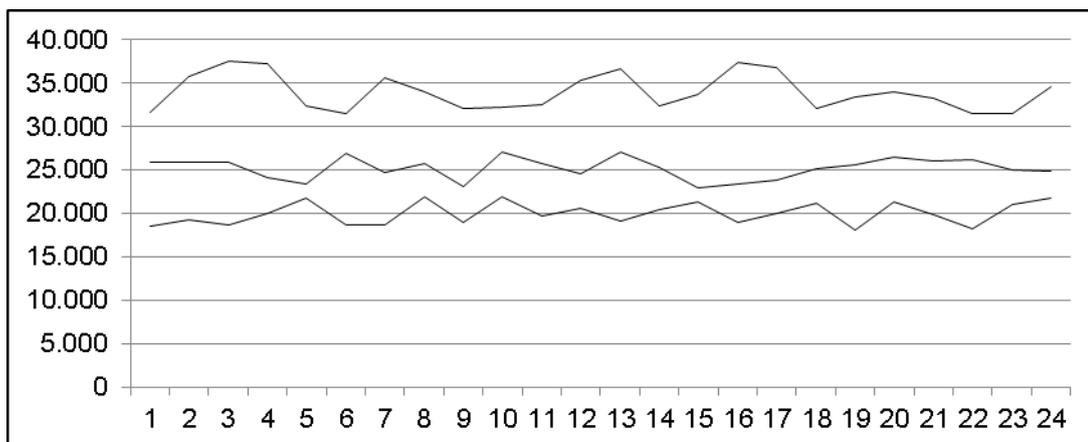


Gráfico 4.3 – Gasto com comunicação integrada do CD no mercado local



Com relação à área de Recursos Humanos, são apresentadas as séries históricas dos salários e dos percentuais de treinamento e participação nos lucros. Estas séries estão nos gráficos 4.4, 4.5 e 4.6, respectivamente.

Gráfico 4.4 – Salários

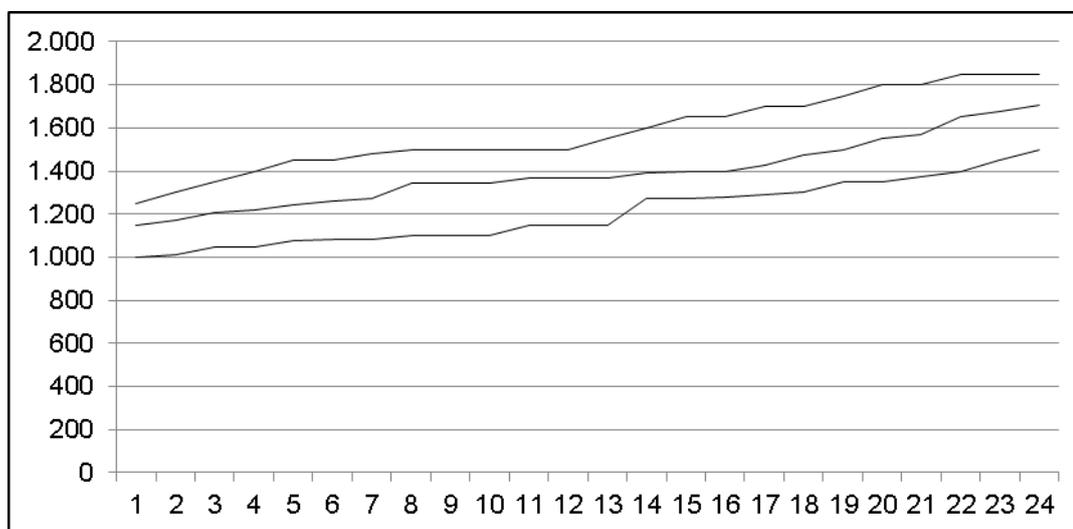


Gráfico 4.5 – Percentuais de treinamento

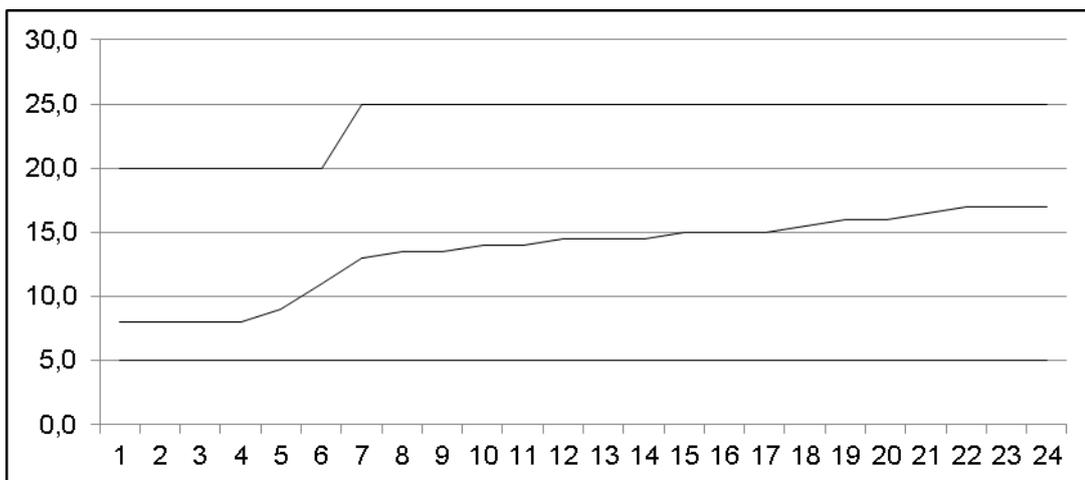
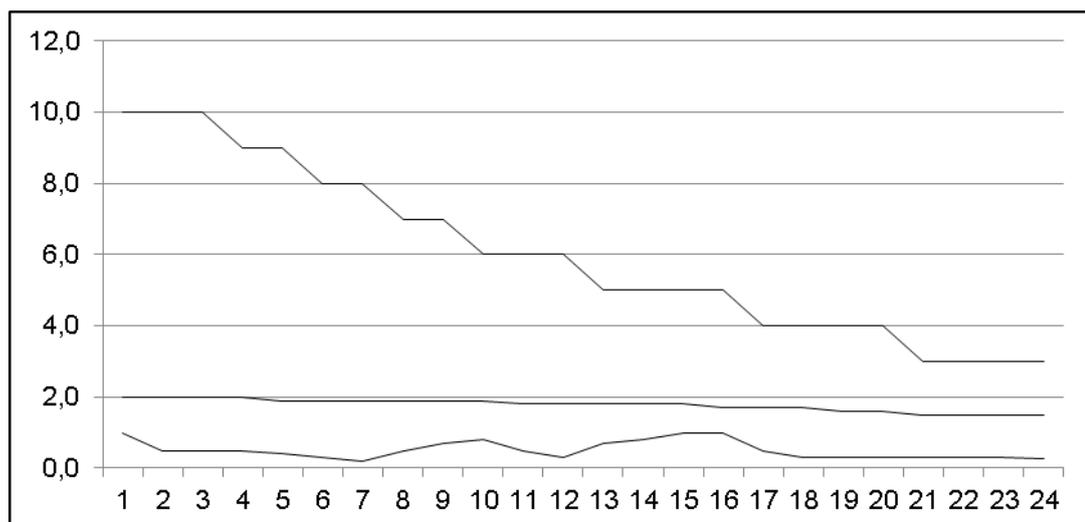


Gráfico 4.6 – Percentuais de participação nos lucros



Com relação à área de Produção, são apresentadas as séries históricas das capacidades de produção e da capacidade total de produção das empresas. Estas séries estão nos gráficos 4.7 e 4.8, respectivamente.

Com relação à área de Finanças, é apresentada a série histórica das rentabilidades sobre o patrimônio líquido das empresas. Esta série está no gráfico 4.9.

Gráfico 4.7 – Capacidades de produção

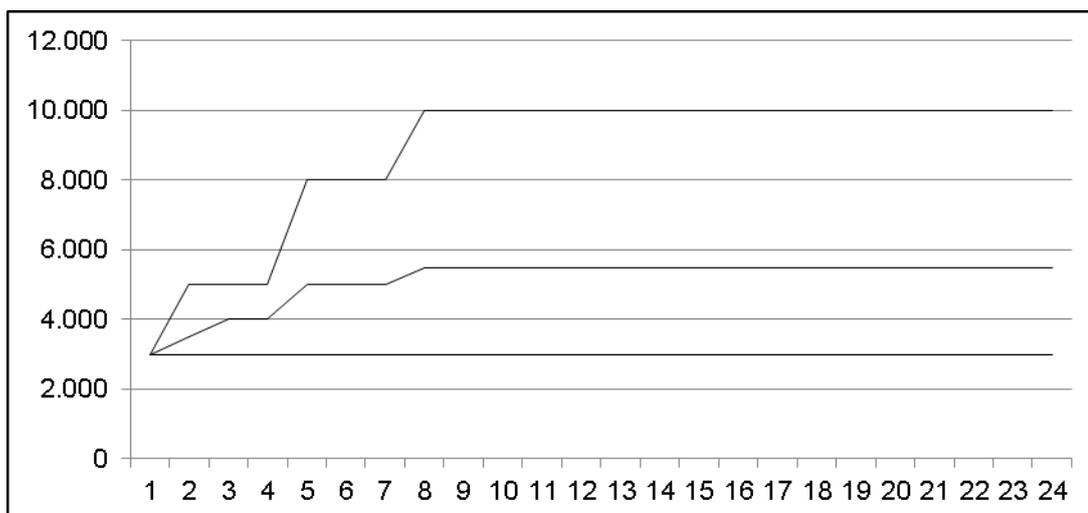


Gráfico 4.8 – Capacidade total de produção

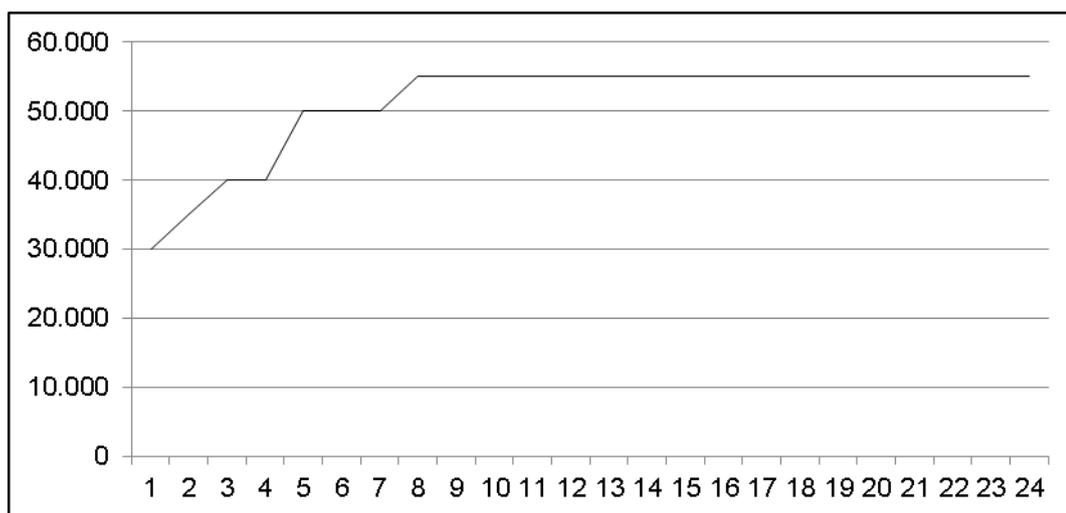
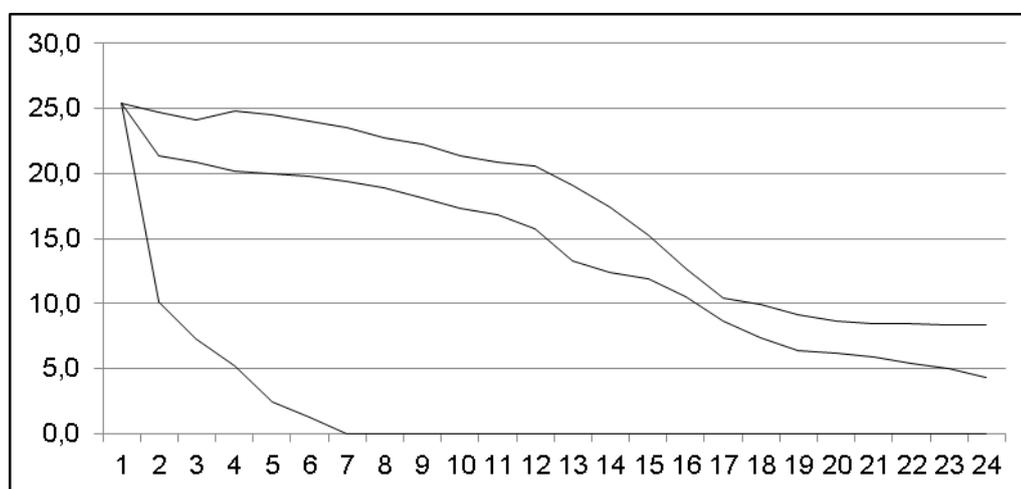


Gráfico 4.9 – Taxa de retorno sobre o patrimônio líquido



4.3.3 Treinamento dos Subsistemas de Sócrates

As redes TDNN utilizadas para a previsão das séries históricas têm as seguintes características: (i) janela igual a quatro, significando que para a previsão do valor de uma variável de decisão, serão utilizados os valores dessa variável nos ciclos de decisão ($t-3$, $t-2$, $t-1$ e t); (ii) uma única camada oculta; (iii) nove neurônios na camada oculta (definido após alguns experimentos e que apresentou melhor acurácia).

Para o treinamento das redes, foram utilizados os seguintes parâmetros: (i) 20 padrões; (ii) taxa de aprendizagem igual a 0,1; (iii) *momentum* igual a 0,9; (iv) pesos sinápticos iniciais aleatórios.

4.3.4 Sócrates como Decisor no Ambiente de Simulação I

4.3.4.1 Decisor com Perfil Gerencial I

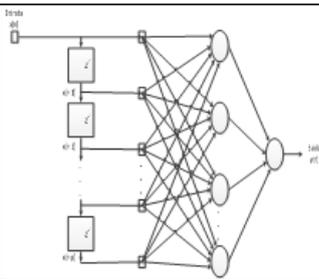
Após o treinamento de Sócrates com dados de um ambiente de simulação, entende-se que ele está apto a tomar decisões e competir nesse ambiente.

A tomada de decisões de Sócrates é desenvolvida segundo o seguinte fluxo descrito na seção 3.3.

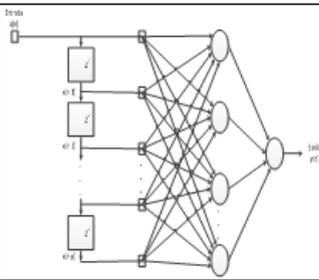
Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de *Marketing*: nesta fase, Sócrates analisa os dados referentes às políticas de *Marketing* (preço, P&D, comunicação integrada) adotadas pelas empresas concorrentes (valores máximos, médios e mínimos), nos últimos quatro ciclos de decisão e faz a previsão destes valores para o próximo ciclo de decisão. O resultado desta previsão é apresentado no quadro 4.5 (a. CD no mercado local; b. CP no mercado local; c. CC no mercado local; d. CD no mercado regional; e. CP no mercado regional; f. CC no mercado regional). É possível observar, neste quadro os valores: maior, médio e menor, das variáveis de decisão da área de *Marketing*, que serão tratadas por Sócrates.

Quadro 4.5 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing

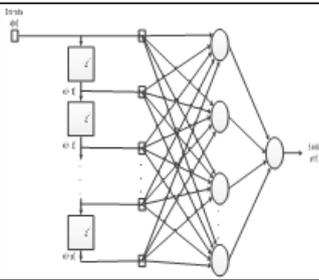
a. computador doméstico no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	1.150	1.100	1.300	1.200		1.185
	Médio	930	960	950	940		945
	Menor	720	730	710	700		715
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000

b. computador profissional no mercado local

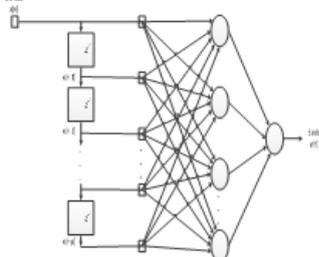
Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	3.000	3.050	3.010	3.000		3.015
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000

c. computador corporativo no mercado local

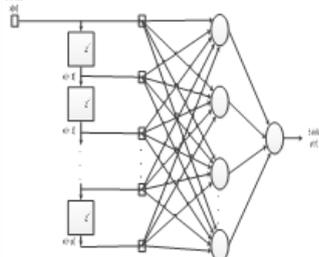
Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	8.750	9.000	8.900	9.000		8.912
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405

Quadro 4.5 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing (cont.)

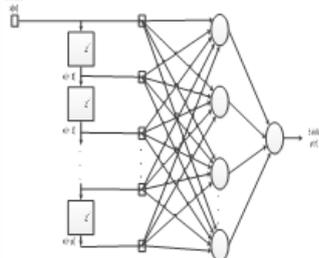
d. computador doméstico no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	1.200	1.200	1.400	1.250		1.260
	Médio	930	960	950	940		945
	Menor	720	730	710	700		715
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000

e. computador profissional no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	3.110	3.050	3.010	3.200		3.092
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000

f. computador corporativo no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	8.900	9.100	9.000	9.200		9.049
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405

Os resultados da última coluna do quadro 4.5 são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os preços, os percentuais de P&D e os gastos com comunicação integrada para cada produto, em cada um dos mercados possíveis de comercializá-los. O quadro 4.6 (a. CD no mercado local; b. CP no mercado local; c. CC no mercado local; d. CD no mercado regional; e. CP no mercado regional; f. CC no mercado regional) apresenta estes valores.

Quadro 4.6 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões da área de Marketing

a. computador doméstico no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	1.150	1.100	1.300	1.200		1.185	20%			
	Médio	930	960	950	940		945	47%	916	Preço	
	Menor	720	730	710	700		715	33%			
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6	9%			
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9	64%	1,6	P&D	
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191	69%			
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064	23%	116.224	Comunicação	
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

b. computador profissional no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	3.000	3.050	3.010	3.000		3.015	20%			
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746	47%	2.672	Preço	
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362	33%			
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2	9%			
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5	64%	2,3	P&D	
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551	69%			
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341	23%	75.691	Comunicação	
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

c. computador corporativo no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	8.750	9.000	8.900	9.000		8.912	20%			
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871	47%	7.783	Preço	
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982	33%			
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4	9%			
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2	64%	3,1	P&D	
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922	69%			
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012	23%	52.595	Comunicação	
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405	8%			

d. computador doméstico no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	1.200	1.200	1.400	1.250		1.260	20%			
	Médio	930	960	950	940		945	47%	931	Preço	
	Menor	720	730	710	700		715	33%			
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6	9%			
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9	64%	1,6	P&D	
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191	69%			
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064	23%	116.224	Comunicação	
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

Quadro 4.6 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões da área de Marketing (cont.)

e. computador profissional no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	3.110	3.050	3.010	3.200		3.092	20%		
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746	47%	2.687	Preço
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362	33%		
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2	9%		
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5	64%	2,3	P&D
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551	69%		
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341	23%	75.691	Comunicação
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%		

f. computador corporativo no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	8.900	9.100	9.000	9.200		9.049	20%		
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871	47%	7.810	Preço
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982	33%		
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4	9%		
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2	64%	3,1	P&D
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922	69%		
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012	23%	52.595	Comunicação
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405	8%		

Ainda na área de *Marketing*, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de *Marketing*, para que sejam previstas as demandas de cada produto em cada um dos mercados. Estas demandas esperadas são apresentadas no quadro 4.7 (a. CD no mercado local; b. CP no mercado local; c. CC no mercado local; d. CD no mercado regional; e. CP no mercado regional; f. CC no mercado regional), que são utilizadas no agente de otimização de Sócrates.

Quadro 4.7 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing
a. computador doméstico no mercado local

916	Preço			
1,6	P&D			
116.224	Comunicação			
			1960	Demanda

Quadro 4.7 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)

b. computador profissional no mercado local

2.672	Preço			
2,3	P&D		985	Demanda
75.691	Comunicação			

c. computador corporativo no mercado local

7.783	Preço			
3,1	P&D		489	Demanda
52.595	Comunicação			

d. computador doméstico no mercado regional

931	Preço			
1,6	P&D		5.530	Demanda
116.224	Comunicação			

e. computador profissional no mercado regional

2.687	Preço			
2,3	P&D		2.894	Demanda
75.691	Comunicação			

Quadro 4.7 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)
f. computador corporativo no mercado regional

7.810	Preço		
3,1	P&D		
52.595	Comunicação		
			1.447

Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de Recursos Humanos: Sócrates analisa os dados referentes às políticas de recursos humanos (salário, treinamento, e participação nos lucros) adotadas pelas empresas concorrentes (valores máximos, médios e mínimos), nos últimos quatro ciclos de decisão e faz a previsão destes valores para o próximo ciclo de decisão. O resultado desta previsão é apresentado no quadro 4.8. É possível observar, neste quadro os valores: maior, médio e menor, das variáveis de decisão da área de Recursos Humanos, que serão tratadas por Sócrates.

Quadro 4.8 – Resultados do S.V.A. na área de RH

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1
		-3	-2	-1	0		
Salário (unidades monetárias)	Maior	1.600	1.700	1.800	1.850		1.735
	Médio	1.450	1.475	1.500	1.760		1.541
	Menor	1.300	1.450	1.475	1.500		1.429
Participação (%)	Maior	10,0	8,0	6,0	7,0		7,6
	Médio	4,0	3,5	3,0	3,5		3,5
	Menor	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
Treinamento (%)	Maior	25,0	25,0	25,0	25,0		25,0
	Médio	17,0	17,0	17,0	17,0		17,0
	Menor	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0

Os resultados da última coluna do quadro 4.8 são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os salários, a participação e

o treinamento que deverá ser adotado pela empresa. O quadro 4.9 apresenta estes valores.

Quadro 4.9 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de RH

Salário (unidades monetárias)	Maior	1.735		69%		
	Médio	1.541		23%	1.667	Salário
	Menor	1.429		8%		
Participação (%)	Maior	7,6		8%		
	Médio	3,5		23%	2,1	Participação
	Menor	1,0		69%		
Treinamento (%)	Maior	25,0		11%		
	Médio	17,0		33%	11,2	Treinamento
	Menor	5,0		56%		

Ainda na área de Recursos Humanos, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de Recursos Humanos, para que seja previsto o índice de produtividade dos empregados da empresa. Este índice de produtividade esperado é apresentado no quadro 4.10. Este índice de produtividade é utilizado no agente de otimização de Sócrates.

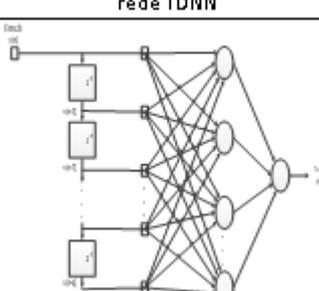
Quadro 4.10 – Produtividade prevista pelo S.I.R. da área de RH

1.667	Salário				
2,1	Participação			1,09	Produtividade
11,2	Treinamento				

Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de Produção: Sócrates analisa os dados referentes às estratégias de produção adotadas pelas empresas concorrentes (valores máximos, médios e mínimos) e a capacidade total de produção do setor, nos últimos quatro ciclos de decisão e faz a previsão destes valores para o próximo ciclo de decisão. O resultado desta previsão é apresentado

no quadro 4.11. É possível observar neste quadro os valores: maior, médio e menor, das variáveis de decisão da área de Produção, que serão tratadas por Sócrates.

Quadro 4.11 – Resultados do S.V.A. na área de Produção

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1
		-3	-2	-1	0		
Capacidade de Produção (unidades)	Maior	10.000	10.000	10.000	10.000		10.000
	Média	5.500	5.500	5.500	5.500		5.500
	Menor	8.000	3.000	3.000	3.000		3.834
	Total	55.000	55.000	55.000	55.000		55.000

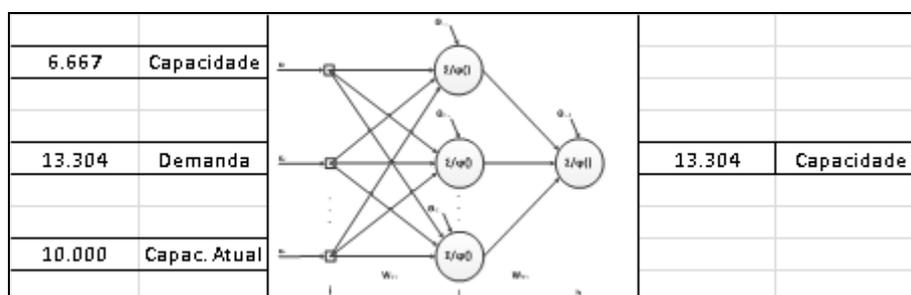
Os resultados, da última coluna do quadro 4.11, são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, fica definida a capacidade de produção a ser considerada pela empresa. O quadro 4.12 apresenta este valor.

Quadro 4.12 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção

Concorrentes		variação no tempo			
		1			
Capacidade de Produção (unidades)	Maior	10.000	33%		
	Média	5.500	47%	6.667	Capacidade
	Menor	3.834	20%		
	Total	55.000		13.304	Demanda
				10.000	Capac. Atual

Ainda na área de produção, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de Produção, para que seja prevista capacidade de produção da empresa. Esta capacidade de produção é apresentada no quadro 4.13. Esta capacidade de produção é utilizada no agente de otimização de Sócrates.

Quadro 4.13 – Capacidade de produção prevista pelo S.I.R.



Os agentes das áreas de *Marketing*, Produção e Recursos Humanos disponibilizam suas informações para o agente de otimização. Este agente é responsável pela otimização da programação de produção, por meio de um modelo de Programação Linear. Os dados para o modelo de Programação Linear são organizados no quadro 4.14.

No quadro 4.14 é importante observar os seguintes conjuntos de dados:

- nas duas primeiras linhas tem-se a indicação das colunas que apresentam os dados de cada combinação produto e mercado;
- na terceira linha estão os dados referentes às quantidade de produtos produzidos e vendidos pela empresa no tempo vigente t ;
- na quarta, quinta e sexta linhas estão os dados resultantes do Sistema de Vigilância Ambiental na área de *Marketing*;
- na sétima, oitava e nona linhas estão os dados resultantes do Sistema de Vigilância Ambiental na área de Recursos Humanos;
- no conjunto de linhas correspondente aos custos e despesas, resultantes da transformação das linhas anteriores, em unidades monetárias;
- conjunto de linhas correspondentes ao modelo de Programação Linear:
 - as duas primeiras linhas correspondem aos coeficientes da função objetivo;
 - as próximas duas linhas correspondem às variáveis de otimização;
 - linha seguinte corresponde à função objetivo (lucro máximo);
 - próximas linhas correspondem às restrições do modelo de Programação Linear: (i) capacidade de produção; (ii) demandas dos produtos por mercado.

Quadro 4.14 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização

	Tipo de Produto →	CD		CP		CC	
		Local	Regional	Local	Regional	Local	Regional
	Mercado →						
	Produção e de Vendas vigentes →	500	1.000	300	600	150	300
Sistema de Vigilância em MKT	Preços definidos por Sócrates →	916	931	2.672	2.687	7.783	7.810
	Gasto com P&D definidos por Sócrates →	1,6%	1,6%	2,3%	2,3%	3,1%	3,1%
	Gasto com Comunicação Integrada definidos por Sócrates →	116.224	116.224	75.691	75.691	52.595	52.595
Sistema de Vigilância em RH	Salário dos empregados definido por Sócrates →	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667
	Treinamento definido por Sócrates →	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22
	Participação nos Lucros definida por Sócrates →	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
Custos e Despesas Unitários (DRE)	<i>Área de Produção</i>						
	Gastos com Fornecedores de Componentes →	300	300	1.000	1.000	3.000	3.000
	Gastos com Manutenção →	15	15	15	15	15	15
	<i>Área de Marketing</i>						
	Gastos com Comunicação Integrada por Produto →	232,45	116,22	252,30	126,15	350,64	175,32
	Gastos com Fornecedores de Logística de Distribuição →	100,00	250,00	100,00	250,00	100,00	250,00
	Gastos com P&D por produto →	14,35	14,59	61,64	62,00	245,04	245,91
	<i>Área de Recursos Humanos</i>						
	Salário Produção por Produto →	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67
	Treinamento por Produto →	18,70	18,70	18,70	18,70	18,70	18,70
	Participação nos Lucros por Produto →	1,42	1,03	21,57	21,39	79,26	80,32
	<i>Gastos Totais Unitários (custos + despesas unitárias) →</i>	<i>846,83</i>	<i>880,84</i>	<i>1.613,98</i>	<i>1.638,18</i>	<i>3.895,71</i>	<i>3.871,25</i>
	<i>Modelo de Programação Linear</i>						
	<i>Lucros Unitários →</i>	68,08	49,40	1.036,42	1.027,75	3.807,89	3.858,76
	<i>Lucros Unitários - Gasto de Estocagem →</i>	18,08	-0,60	936,42	927,75	3.607,89	3.658,76
		x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}
	<i>Programação de Produção e de Vendas →</i>	1.960	5.530	985	2.894	489	1.447
		e_{11}	e_{12}	e_{21}	e_{22}	e_{31}	e_{32}
	<i>Programação de Vendas dos Estoques →</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Lucro total (função objetivo) no tempo (n+1) →</i>	11.844.167,79					
	<i>Capacidade de Produção definida por Sócrates →</i>	13.304	14.193				
	<i>Disponibilidade de Produtos por Região →</i>	1.960	5.530	985	2.894	489	1.447
	<i>Demanda, por Produto e por Região, estimada por Sócrates →</i>	1.960	5.530	985	2.894	489	1.447
	<i>Venda Prioritária de Estoques</i>		0		0		0
	<i>Limitação de Estoque por Produto →</i>		0		0		0

O resultado do processo decisório de Sócrates (Perfil Gerencial I) para este ambiente de simulação é resumido a seguir:

- produzir os três tipos de computadores (7.490 CD, 3879 CP e 1.935 CC) e vendê-los nos dois mercados (Local e Regional).

- investir em P&D, o correspondente a 1,6% das receitas com as vendas do CD; 2,3% das receitas com as vendas do CP e 3,1% das receitas com as vendas do CC.
- Investir em comunicação integrada os valores apresentados na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Valores a investir em comunicação integrada

Computador	Mercado Local	Mercado Regional
CD	116.224	116.224
CP	75.691	75.691
CC	52.595	52.595

- estabelecer os preços de venda, conforme tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Preços de venda

Computador	Mercado Local	Mercado Regional
CD	816	931
CP	2.672	2.687
CC	7.783	7.810

- definir a seguinte política de recursos humanos: (i) salário de 1.667; (ii) 11,22% de treinamento; (iii) 2,08% de participação nos lucros.
- com este conjunto de decisões, espera-se um lucro de 11.800.000.

4.3.4.2 Decisor com Perfil Gerencial II

Os resultados da última coluna do quadro 4.5 são ponderados, agora, segundo os pesos definidos no quadro 4.4 da seção 4.2.2 (que caracteriza o Perfil II de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os preços, os percentuais de P&D e os gastos com comunicação integrada para cada produto, em cada um dos mercados possíveis de comercializá-los. O quadro 4.15 (a. CD no mercado local; b. CP no mercado local; c. CC no mercado local; d. CD no mercado regional; e. CP no mercado regional, f. CC no mercado regional) apresenta estes valores.

Quadro 4.15 – Influência do Perfil Gerencial II nas decisões de Marketing

a. computador doméstico no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	1.150	1.100	1.300	1.200		1.185	8%	804	Preço	
	Médio	930	960	950	940		945	23%			
	Menor	720	730	710	700		715	69%			
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6	9%	1,6	P&D	
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9	64%			
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191	69%	116.224	Comunicação	
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064	23%			
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

b. computador profissional no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	3.000	3.050	3.010	3.000		3.015	8%	2.501	Preço	
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746	23%			
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362	69%			
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2	9%	2,3	P&D	
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5	64%			
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551	69%	75.691	Comunicação	
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341	23%			
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

c. computador corporativo no mercado local

Mercado Local		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	8.750	9.000	8.900	9.000		8.912	8%	7.336	Preço	
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871	23%			
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982	69%			
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4	9%	3,1	P&D	
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2	64%			
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922	69%	52.595	Comunicação	
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012	23%			
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405	8%			

d. computador doméstico no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)				
Comp. Doméstico		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)						
Preço (u.m.)	Maior	1.200	1.200	1.400	1.250		1.260	8%	810	Preço	
	Médio	930	960	950	940		945	23%			
	Menor	720	730	710	700		715	69%			
P&D (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,6	9%	1,6	P&D	
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,9	64%			
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	27%			
Com. Int. (u.m.)	Maior	140.000	145.000	150.000	150.000		146.191	69%	116.224	Comunicação	
	Médio	56.000	48.000	57.000	60.000		55.064	23%			
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%			

Quadro 4.15 – Influência do Perfil Gerencial II nas decisões de Marketing (cont.)

e. computador profissional no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN				
Comp. Profissional		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		(t+1)			
Preço (u.m.)	Maior	3.110	3.050	3.010	3.200		3.092	8%		
	Médio	2.900	2.950	2.890	2.300		2.746	23%	2.507	Preço
	Menor	2.750	2.800	2.790	1.450		2.362	69%		
P&D (%)	Maior	4,0	4,5	3,5	5,0		4,2	9%		
	Médio	2,7	2,3	2,2	3,0		2,5	64%	2,3	P&D
	Menor	1,0	1,5	1,3	0,9		1,2	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	85.000	87.000	95.000	100.000		91.551	69%		
	Médio	35.000	39.000	47.000	55.000		43.341	23%	75.691	Comunicação
	Menor	30.000	30.000	30.000	30.000		30.000	8%		

f. computador corporativo no mercado regional

Mercado Regional		variação no tempo				rede TDNN				
Comp. Corporativo		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		(t+1)			
Preço (u.m.)	Maior	8.900	9.100	9.000	9.200		9.049	8%		
	Médio	8.500	8.700	8.650	6.000		7.871	23%	7.346	Preço
	Menor	8.000	8.100	8.150	4.500		6.982	69%		
P&D (%)	Maior	5,0	5,5	5,3	6,0		5,4	9%		
	Médio	3,0	3,2	3,0	3,5		3,2	64%	3,1	P&D
	Menor	2,0	2,3	2,6	2,5		2,3	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	50.000	55.000	57.000	100.000		62.922	69%		
	Médio	35.000	29.000	31.500	47.000		35.012	23%	52.595	Comunicação
	Menor	15.000	17.300	18.250	5.000		12.405	8%		

Ainda na área de *Marketing*, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de *Marketing*, para que sejam previstas as demandas de cada produto em cada um dos mercados. Estas demandas esperadas são apresentadas no quadro 4.16 (a. CD no mercado local; b. CP no mercado local; c. CC no mercado local; d. CD no mercado regional; e. CP no mercado regional, f. CC no mercado regional), que são utilizadas no agente de otimização de Sócrates.

Quadro 4.16 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing

a. computador doméstico no mercado local

804	Preço			
1,6	P&D			
116.224	Comunicação		3110	Demanda

Quadro 4.16 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)

b. computador profissional no mercado local

2.501	Preço			
2,3	P&D		1251	Demanda
75.691	Comunicação			

c. computador corporativo no mercado local

7.336	Preço			
3,1	P&D		605	Demanda
52.595	Comunicação			

d. computador doméstico no mercado regional

810	Preço			
1,6	P&D		9.113	Demanda
116.224	Comunicação			

Quadro 4.16 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)

e. computador profissional no mercado regional

2.507	Preço				
2,3	P&D			3.721	Demanda
75.691	Comunicação				

f. computador corporativo no mercado regional

7.346	Preço				
3,1	P&D			1.804	Demanda
52.595	Comunicação				

Os resultados da última coluna do quadro 4.8 (Subsistema de Vigilância ambiental na área de Recursos Humanos) são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil II de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os salários, a participação e o treinamento que deverá ser adotado pela empresa. O quadro 4.17 apresenta estes valores.

Quadro 4.17 – Influência do Perfil Gerencial II nas decisões de RH

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1				
		-3	-2	-1	0						
Salário (u.m.)	Maior	1.600	1.700	1.800	1.850		1.735	8%			
	Médio	1.450	1.475	1.500	1.760		1.541	23%	1.479	Salário	
	Menor	1.300	1.450	1.475	1.500		1.429	69%			
Participação (%)	Maior	10,0	8,0	6,0	7,0		7,6	8%			
	Médio	4,0	3,5	3,0	3,5		3,5	23%	2,1	Participação	
	Menor	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	69%			
Treinamento (%)	Maior	25,0	25,0	25,0	25,0		25,0	69%			
	Médio	17,0	17,0	17,0	17,0		17,0	23%	21,6	Treinamento	
	Menor	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	8%			

Ainda na área de Recursos Humanos, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de Recursos Humanos, para que seja previsto o índice de produtividade dos empregados da empresa. Este índice de produtividade esperado é apresentado no quadro 4.18. Este índice de produtividade é utilizado no agente de otimização de Sócrates.

Quadro 4.18 – Produtividade prevista pelo S.I.R. da área de RH

1.479	Salário			
2,1	Participação		1,10	Produtividade
21,6	Treinamento			

Os resultados, da última coluna do quadro 4.11 (Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de Produção), são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os salários, a participação e o treinamento que deverá ser adotado pela empresa. O quadro 4.19 apresenta estes valores.

Quadro 4.19 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1				
		-3	-2	-1	0						
Capacidade de Produção (unidades)	Maior	10.000	10.000	10.000	10.000		10.000	33%			
	Média	5.500	5.500	5.500	5.500		5.500	47%	6.667	Capacidade	
	Menor	8.000	3.000	3.000	3.000		3.834	20%			
	Total	55.000	55.000	55.000	55.000		55.000			19.604	Demanda

Ainda na área de Produção, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de Produção, para que seja prevista capacidade de produção da empresa. Esta capacidade de produção é apresentada

no quadro 4.20. Esta capacidade de produção é utilizada no agente de otimização de Sócrates.

Quadro 4.20 – Capacidade de produção prevista pelo S.I.R.

6.667	Capacidade			
19.604	Demanda		19.604	Capacidade
10.000	Capac. Atual			

Os agentes das áreas de *Marketing*, Produção e Recursos Humanos disponibilizam suas informações para o agente de otimização. Este agente é responsável pela otimização da programação de produção, por meio de um modelo de Programação Linear. Os dados para o modelo de Programação Linear são organizados no quadro 4.21.

O resultado do processo decisório de Sócrates (Perfil Gerencial II) para este ambiente de simulação, obtido no quadro 4.21, é resumido a seguir:

- produzir somente dois tipos de computadores (4.972 CP e 2.409 CC) e vendê-los nos dois mercados (Local e Regional).
- investir em P&D, o correspondente a 2,3% das receitas com as vendas do CP e 3,1% das receitas com as vendas do CC.
- Investir em comunicação integrada os valores apresentados na tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Preços de venda

Computador	Mercado Local	Mercado Regional
CD	116.224	116.224
CP	75.691	75.691
CC	52.595	52.595

- definir a seguinte política de recursos humanos: (i) salário de 1.479; (ii) 21,62% de treinamento; (iii) 2,08% de participação nos lucros.
- com este conjunto de decisões, espera-se um lucro de 12.500.000.

- estabelecer os preços de venda conforme tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Valores a investir em comunicação integrada

Computador	Mercado Local	Mercado Regional
CD	-	-
CP	2.501	2.507
CC	7.336	7.346

Quadro 4.21 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização

	Tipo de Produto →	CD		CP		CC	
	Mercado →	Local	Regional	Local	Regional	Local	Regional
	Produção e de Vendas vigentes →	500	1.000	300	600	150	300
Sistema de Vigilância em MKT	Preços definidos por Sócrates →	804	810	2.501	2.507	7.336	7.346
	Gasto com P&D definidos por Sócrates →	1,6%	1,6%	2,3%	2,3%	3,1%	3,1%
	Gasto com Comunicação Integrada definidos por Sócrates →	116.224	116.224	75.691	75.691	52.595	52.595
Sistema de Vigilância em RH	Salário dos empregados definido por Sócrates →	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479
	Treinamento definido por Sócrates →	21,62	21,62	21,62	21,62	21,62	21,62
	Participação nos Lucros definida por Sócrates →	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
Custos e Despesas Unitários (DRE)	<i>Área de Produção</i>						
	Gastos com Fornecedores de Componentes →	300	300	1.000	1.000	3.000	3.000
	Gastos com Manutenção →	15	15	15	15	15	15
	<i>Área de Marketing</i>						
	Gastos com Comunicação Integrada por Produto →	232,45	116,22	252,30	126,15	350,64	175,32
	Gastos com Fornecedores de Logística de Distribuição →	100,00	250,00	100,00	250,00	100,00	250,00
	Gastos com P&D por produto →	12,59	12,68	57,70	57,84	230,96	231,29
	<i>Área de Recursos Humanos</i>						
	Salário Produção por Produto →	147,85	147,85	147,85	147,85	147,85	147,85
	Treinamento por Produto →	31,96	31,96	31,96	31,96	31,96	31,96
	Participação nos Lucros por Produto →	-0,72	-1,29	18,29	17,92	70,55	71,27
	<i>Gastos Totais Unitários (custos + despesas unitárias) →</i>	<i>839,39</i>	<i>873,26</i>	<i>1.604,36</i>	<i>1.628,34</i>	<i>3.875,95</i>	<i>3.850,96</i>
<i>Modelo de Programação Linear</i>							
	<i>Lucros Unitários →</i>	-34,50	-62,05	878,54	860,82	3.389,17	3.424,00
	<i>Lucros Unitários - Gasto de Estocagem →</i>	-34,50	-62,05	878,54	860,82	3.389,17	3.424,00
		x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}
	<i>Programação de Produção e de Vendas →</i>	0	0	1.251	3.721	605	1.804
		e_{11}	e_{12}	e_{21}	e_{22}	e_{31}	e_{32}
	<i>Programação de Vendas dos Estoques →</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Lucro total (função objetivo) no tempo (n+1) →</i>	12.528.905,30					
	<i>Capacidade de Produção definida por Sócrates →</i>	7.381	20.832				
	<i>Disponibilidade de Produtos por Região →</i>	0	0	1.251	3.721	605	1.804
	<i>Demanda, por Produto e por Região, estimada por Sócrates →</i>	3.110	9.113	1.251	3.721	605	1.804
	<i>Venda Prioritária de Estoques</i>	0		0		0	
	<i>Limitação de Estoque por Produto →</i>	0		0		0	

4.3.5 Análise dos Resultados

As previsões realizadas pelo Sistema de Vigilância Ambiental estão muito próximas à realidade deste ambiente de simulação, no qual participam as 10 empresas concorrentes.

Contudo, o que merece uma análise detalhada, são os resultados obtidos com as decisões de Sócrates, com os dois perfis gerenciais distintos (Sócrates I e Sócrates II). O primeiro privilegia a área de Recursos Humanos e a divulgação da imagem da empresa, por meio de gastos comunicação integrada. O segundo, a área de *Marketing*, focando na competição por preço e na eficiência operacional.

Sócrates I produz e comercializa os três tipos de computadores. Enquanto que Sócrates II, somente os computadores CP e CC (que geram maior margem de lucro). Enquanto o primeiro quer ter maior abrangência de mercado, o segundo foca nos computadores mais rentáveis.

Sócrates II investe em treinamento, enquanto que Sócrates I prefere investir em maiores salários. Nota-se que Sócrates II objetiva maior produtividade dos seus empregados.

Com relação aos gastos com comunicação integrada, os do Sócrates I são superiores aos do Sócrates II, visto que um dos seus objetivos é a imagem da empresa. Os preços definidos por Sócrates I são maiores que os de Sócrates II, o que torna o segundo mais competitivo.

Em relação à área de finanças, o resultado financeiro obtido por Sócrates II é maior que o obtido por Sócrates I.

4.4 AMBIENTE DE SIMULAÇÃO II

4.4.1 Descrição: Mercado de Tênis

Neste caso, as empresas atuam no setor de calçados, produzindo 4 tipos de tênis: (i) TPo – tênis popular; (ii) TCa – tênis casual, para o dia a dia; (iii) TCo – tênis de corrida, para a prática de esportes; (iv) TFa – tênis fashion, para quem deseja estar bem vestido.

Os tênis produzidos e comercializados pelas empresas estão em conformidade com as necessidades e com os desejos dos seus possíveis

consumidores. Contudo como as necessidades e os desejos atuais podem sofrer modificações, no decorrer do tempo, os produtos deverão ser aperfeiçoados para acompanhar essa tendência do mercado. A atividade de P&D das empresas é a responsável pela manutenção de produtos atualizados.

As empresas comercializam os seus 4 tipos de tênis nos seguintes 3 mercados consumidores: (i) Curitiba; (ii) Florianópolis; (iii) São Paulo. Isto as obriga a competir, de modo a garantir a obtenção de resultados para todos os *stakeholders*. As demandas potenciais por computadores em cada um dos mercados estão apresentadas na tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Demanda potencial mensal dos mercados de tênis

Produto	Demanda (mensal) do Mercado		
	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
Tênis Popular (TPo)	2.000	1.500	6.000
Tênis Casual (TCa)	2.400	1.200	5.000
Tênis de Corrida (TCo)	3.000	2.000	10.000
Tênis Fashion (TFa)	1.000	3.000	4.000

O macro-ambiente no qual a empresa está inserida, tal qual no ambiente de simulação anterior, também é controlado pelo coordenador do simulador, que gerencia as variáveis não-controláveis pela empresa. As variáveis que podem impactar no ambiente empresarial são: (i) taxa de juros; (ii) percentual de consumidores busca qualidade e inovação; (iii) percentual de consumidor busca preço; (iv) possibilidade de investimentos em P&D para melhoria dos produtos.

O ambiente setorial, por sua vez, tem uma influência mais direta sobre as empresas. Os *stakeholders* que podem influenciar no ambiente empresarial são: (i) sindicato dos trabalhadores, em busca de remuneração e treinamento; (ii) sócios ou acionistas, por taxas de retorno do capital próprio, cada vez maiores; (iii) concorrentes.

A política de comercialização inicial (igual para todas as empresas) e a demanda resultante estão consubstanciadas na tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Demanda resultante da política de comercialização das empresas

Produto	Mercado	Preço (\$)	Prazo (meses)	Taxa de Juros (%)	Comunicação Integrada (\$)	Demanda Resultante (unidades)
TPo	Curitiba	100	à vista	0	10.000	500
	Florianópolis	100	à vista	0	10.000	500
	São Paulo	100	à vista	0	10.000	500
TCa	Curitiba	140	à vista	0	10.000	500
	Florianópolis	140	à vista	0	10.000	500
	São Paulo	140	à vista	0	10.000	500
TCo	Curitiba	600	à vista	0	15.000	500
	Florianópolis	600	à vista	0	15.000	500
	São Paulo	600	à vista	0	15.000	500
TFa	Curitiba	270	à vista	0	15.000	500
	Florianópolis	270	à vista	0	15.000	500
	São Paulo	270	à vista	0	15.000	500

A logística de distribuição é apresentada na tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Preço da logística de distribuição

Produto	Preço da Logística de Distribuição (\$)		
	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
Tênis Popular (TPo)	10	20	30
Tênis Casual (TCa)	10	20	30
Tênis de Corrida (TCo)	10	20	30
Tênis Fashion (TFa)	10	20	30

A empresa inicia suas operações com uma infra-estrutura de produção (prédios e instalações) capaz de produzir todos os tipos de tênis. Cada tipo de tênis tem uma estrutura de componentes (lista de materiais), aqui denominadas simplesmente de MTPo; MTCa; MTCo; MTFa, que deverão transpassar as linhas de produção (tecnologia de transformação) com características previamente definidas (capacidade nominal de produção, número de empregados e custo de manutenção para produção). O custo dos materiais (MTPo, MTCa, MTCo e MTFa) são 30, 40, 150 e 90 unidades monetárias, respectivamente. A empresa possui uma linha de produção. As características da linha de produção estão descritas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Características das linhas de produção

Produção Mensal (unidades)	1.500 Tpo ou 1.500 Tca ou 1.200 Tco ou 1.000 Tfa
Número de Empregados	20
Espaço Físico (m ²)	75
Taxa de Manutenção (%)	1
Taxa de Depreciação (%a.m.)	0,5
Prazo de Instalação (meses)	1
Preço de LP Nova (\$)	250.000

O número de empregados das empresas, no início da simulação: (i) 25 empregados da produção (com salário de 750 unidades monetárias); (ii) 5 empregados da área administrativa (com salário de 1.000 unidades monetárias); (iii) 5 empregados da área comercial (com salário de 1.250 unidades monetárias).

Além dos ativos operacionais descritos anteriormente, as empresas têm uma caixa inicial de 500.000 de unidades monetárias. Além disso, as variáveis econômicas que afetam as questões financeiras das empresas estão definidas no macro-ambiente.

Estes dados estão cadastrados no simulador empresarial *e-tangram*, como pode ser observado no Apêndice B.

4.4.2 Empresas Simuladas: Resultados

Neste ambiente de simulação participaram 6 empresas, composta por alunos do curso de graduação em Marketing da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Os resultados gerados pelas decisões destas empresas, durante vinte e quatro ciclos de decisão (decisões tomadas durante o primeiro semestre de 2014), estão disponibilizados pelo simulador *e-tangram* em uma área denominada de Relatórios. Nesta área, as empresas concorrentes têm acesso às informações do mercado, isto é, aos valores (maior, médio e menor) das variáveis de decisões de cada ciclo de decisão. E, estas informações devem ser utilizadas em seus processos decisórios.

Os resultados de vinte e quatro ciclos de decisão estão disponíveis nas tabelas apresentados no Apêndice B.

4.4.3 Treinamento dos Subsistemas de Sócrates

As redes TDNN utilizadas para a previsão das séries históricas mantêm as mesmas características das redes utilizadas no ambiente de simulação anterior, ou seja: (i) janela igual a quatro, significando que para a previsão do valor de uma variável de decisão, serão utilizados os valores dessa variável nos ciclos de decisão (t-3, t-2, t-1 e t); (ii) uma única camada oculta; (iii) nove neurônios na camada oculta.

Para o treinamento das redes, também foram utilizados os seguintes parâmetros: (i) 20 padrões; (ii) taxa de aprendizagem igual a 0,1; (iii) *momentum* igual a 0,9; (iv) pesos sinápticos iniciais aleatórios.

4.4.4 Sócrates como Decisor no Ambiente de Simulação II

4.4.4.1 Decisor com Perfil Gerencial I

Com o mesmo procedimento adotado para o Ambiente de Simulação I, cujos resultados parciais são apresentados no Apêndice B, Sócrates, com o Perfil Gerencial I chega a um conjunto de decisões.

O resultado do processo decisório de Sócrates (Perfil Gerencial I) para este ambiente de simulação, disponível no Apêndice B, é resumido a seguir:

- produzir somente 3 tipos de tênis (128 TPo, 326 TCa e 802 TCo) e vendê-los nos três mercados (Curitiba, Florianópolis e São Paulo).
- investir em P&D, o correspondente a 1,4% das receitas com as vendas do TPo, 1,3% das receitas com as vendas do TCa e 1,6% das receitas com as vendas do TCo.
- investir em comunicação integrada os valores apresentados na tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Valores a investir em comunicação integrada

Tênis	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
TPo	1.840	-	-
TCa	2.037	2.037	-
TCo	6.810	9.921	9.921

- estabelecer os preços de venda conforme tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Preços de venda

Tênis	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
TPo	93	-	-
TCa	116	119	124
TCo	491	497	500

- definir a seguinte política de recursos humanos: (i) salário de 1.339; (ii) 3,54% de treinamento; (iii) 0,73% de participação nos lucros.
- com este conjunto de decisões, espera-se um lucro de 158.000.

4.4.4.2 Decisor com Perfil Gerencial II

O resultado do processo decisório de Sócrates (Perfil Gerencial II) para este ambiente de simulação, disponível no Apêndice B, é resumido a seguir:

- produzir somente dois tipos de tênis (197 TCa e 667 TCo) e vendê-los nos três mercados (Curitiba, Florianópolis e São Paulo).
- investir em P&D, o correspondente a 1,3% das receitas com as vendas do TCa e 1,6% das receitas com as vendas do TCo.
- investir em comunicação integrada os valores apresentados na tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Valores a investir em comunicação integrada

Tênis	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
TCa	2.037	-	-
TCo	6.810	9.921	9.921

- definir a seguinte política de recursos humanos: (i) salário de 1.286; (ii) 11,83%% de treinamento; (iii) 0,73% de participação nos lucros.
- com este conjunto de decisões, espera-se um lucro de 157.000.
- estabelecer os preços de venda segundo a tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Valores a investir em comunicação integrada

Tênis	Curitiba	Florianópolis	São Paulo
TCa	110	-	-
TCo	480	486	491

4.4.5 Análise dos Resultados

As previsões realizadas pelo Sistema de Vigilância Ambiental, também estão muito próximas à realidade deste ambiente de simulação, no qual participam as seis empresas concorrentes.

Contudo, o que merece uma análise detalhada, são os resultados obtidos com as decisões de Sócrates, com os dois perfis gerenciais distintos (Sócrates I e Sócrates II). O primeiro privilegia a área de recursos humanos e a divulgação da imagem da empresa, por meio de gastos comunicação integrada. O segundo, a área de *marketing*, focando na competição por preço e na eficiência operacional.

Sócrates I produz e comercializa os três tipos de tênis. Enquanto que Sócrates II, somente os tênis TCa e TCo (este último, que gera maior margem de lucro). Enquanto o primeiro que ter maior abrangência de mercado, o segundo foca mais rentáveis.

Sócrates II investe em treinamento, enquanto que Sócrates I prefere investir em maiores salários. Nota-se, também neste cenário, que Sócrates II objetiva maior produtividade dos seus empregados.

Com relação aos gastos com comunicação integrada, os do Sócrates I são superiores aos do Sócrates II, visto que um dos seus objetivos é a imagem da empresa. Os preços definidos por Sócrates I são maiores que os de Sócrates II, o que torna o segundo mais competitivo.

Para este cenário, os resultados financeiros obtidos pelos dois Perfis Gerenciais foram praticamente iguais, apesar de Sócrates II produzir menos e comercializar seus produtos em um número menor de mercados, significando maior eficiência operacional.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES INICIAIS

Em um primeiro momento é importante verificar se os objetivos específicos e o objetivo geral são alcançados e como o são.

As empresas são sistemas compostos por diversas partes integradas entre si para se chegar a objetivos. As partes estão em constante interação que promovem contínua mudança. Trocam energia com o ambiente – mercados, fornecedores, clientes. São sistemas dinâmicos, não-lineares e dissipativos, que buscam a auto-organização.

Os Sistemas Adaptativos Complexos, por sua vez, são caracterizados pelas interações entre seus agentes individuais e desses com o ambiente, gerando padrões de comportamento. Recebem estímulos do ambiente e respondem com a revisão e reordenação de seus componentes, mantendo o aprendizado ou auto-organização.

Assim, o primeiro objetivo específico (verificar como os conceitos da abordagem sistêmica e da teoria dos sistemas complexos podem ser combinados) é alcançado e sua explicitação está na tabela 3.1, da seção 3.3.2. A elaboração desta tabela está fundamentada nos trabalhos de Bar-Yam (2003), Stacey (2007) e Richardson (2008). Uma empresa pode ser representada por um sistema adaptativo complexo, como pode ser observado comparando-se as figuras 2.3 e 3.3.

Adicionalmente tem-se, conforme comentado no decorrer do texto, que as Redes Neurais Artificiais são compostas por unidades de processamento interligadas, têm capacidade de adaptação e aprendizagem, sendo que suas informações são compartilhadas por todas as suas unidades de processamento. Além disso, elas podem lidar com dados imprecisos e situações não definidas. Desta forma, tem-se que as estruturas e fundamentos das Redes Neurais é o tema-chave que norteia muitas formas no estudo dos sistemas complexos. Assim, é possível inferir que um conjunto de redes neurais pode representar um sistema adaptativo complexo, como já destacado por Bar-Yam (2003).

Assim, o segundo objetivo específico (verificar como a teoria dos sistemas complexos adaptativos e as técnicas de Redes Neurais Artificiais podem ser combinadas) também é alcançado.

Além disso, as Redes Neurais Artificiais permitem definir tendências de séries históricas e transformar essas tendências em valores que permitam quantificar variáveis de decisão. O *Analytic Hierarchy Process* é capaz de definir o grau de importância de um conjunto de variáveis de decisão. E a Programação Linear, por sua vez, possibilita encontrar o arranjo ótimo entre um conjunto de variáveis, organizadas em funções lineares que descrevem a utilização de recursos em determinadas atividades.

Por estes fatos todos, o terceiro objetivo específico (verificar como as técnicas de Redes Neurais, o *Analytic Hierarchy Process* e a Programação Linear podem ser combinadas) é atingido.

Finalmente, diversos experimentos realizados no simulador empresarial *e-tangram* comprovam que Sócrates – CEO-Robot é capaz de tomar decisões:

- nas áreas de *Marketing*, Produção, Recursos Humanos e Finanças de empresas industriais de segmentos distintos da economia, desde que seja “treinado” para o ambiente de simulação.
- para uma mesma empresa, tomar decisões que estejam de acordo com o perfil gerencial definido para ele.

Assim, o quarto objetivo específico (verificar se Sócrates é capaz de subsidiar o processo decisório de uma empresa industrial, em ambiente competitivo, de um simulador empresarial) também é alcançado.

Neste contexto, o objetivo geral é atingido. Com a integração das teorias da administração e da complexidade; e das técnicas de otimização e simulação é possível ter um modelo conceitual-científico, Sócrates, capaz de tomar decisões, integradas e sistêmicas, em um ambiente simulado. Sócrates, sob a ótica da teoria da complexidade é um Sistema Complexo Adaptativo.

5.2 CONCLUSÕES FINAIS

Como constatado no Capítulo 4, Sócrates é capaz de tomar decisões, integradas e sistêmicas, em empresas industriais distintas. Decisões integradas, pois

considera as principais áreas funcionais da empresa (*Marketing*, Produção, Recursos Humanos e Finanças). Decisões sistêmicas, pois considera a empresa como um sistema que interage com seu ambiente externo. Empresas industriais distintas, no sentido de que não existe relação entre os ambientes mercadológico e tecnológico definidos no simulador empresarial *e-tangram*. Nos dois ambientes de simulação: mercado de computadores (três computadores a serem comercializados em duas regiões) e mercado de tênis (quatro tipos de tênis a serem comercializados em três regiões), Sócrates é capaz de “aprender” e tomar decisões. Vale enfatizar que seus resultados, ou seja, suas tomadas de decisões, não podem ser classificados como bons ou ruins, visto que dependem do perfil gerencial que se definir para ele.

Como o perfil gerencial pode ser ajustado, isto significa que é possível Sócrates ter preferência pela área de Recursos Humanos, pela área de Produção ou pela área de Finanças. Além disso, pode ter preferências distintas por determinadas variáveis de decisão, em cada uma das áreas funcionais.

Estes fatos podem tornar Sócrates uma importante ferramenta para demonstrar, de modo lúdico, aos executivos de uma empresa, a importância de visão sistêmica harmônica. Vale lembrar que esta visão sistêmica está nos fundamentos das empresas Classe Mundial.

Resgata-se, finalmente, a conclusão da pesquisa de Borgatti Neto (2007) de que a construção de modelos virtuais para o estudo dos sistemas complexos pode provocar uma co-evolução acelerada em todas as áreas do saber. E, a partir desta evolução, novas as ideias antigas de teóricos organizacionais poderão ser impulsionadas pelo aprendizado de dinâmicas virtuais, assim como novas teorias organizacionais irão surgir.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como afirmado no final da seção anterior, a pesquisa desenvolvida é limitada por algumas premissas que poderão ser revistas em trabalhos futuros.

Uma primeira limitação está na definição do perfil gerencial do Sócrates. Na pesquisa, o seu perfil é fixado no início do processo decisório e só pode ser modificado por intervenção externa. Assim, um possível trabalho seria fazer com que

as preferências de Sócrates fossem modificadas no decorrer do processo decisório. Com isto, seria possível simular o aprendizado organizacional.

Uma segunda limitação diz respeito à utilização de redes neurais TDNN para a previsão de valores futuros. Poder-se-ia avaliar os resultados de previsões, de forma comparativa, com outras técnicas.

E, uma terceira limitação está relacionada a utilização da Programação Linear para a otimização das decisões das diversas áreas funcionais da empresa. O modelo linear poderia ser substituído por um modelo de Programação de Metas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.P.M.; ALVES, C.G.M.F.; REIS, G.V.C. O processo de tomada de decisões. **VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Niterói, Brasil, 2010.
- ALVES, C.A. Teoria do Caos e as Organizações. **Revista Eletrônica de Administração**. vol.8, nº 2, p. 84-96, 2007.
- AREVALO, B.; ESPERANZA, L. La organizacion empresarial como sistema adaptativo complejo. **Estudios Gerenciales**. vol.29, pp.258-265. 2013.
- BARANGER, M. **Chaos, complexity and entropy: a physics talk for non-physicists**. Massachusetts Institute of Technology and New England Complex Systems Institute, Cambridge, London, 2001.
- BAR-YAM, Y. **Dynamics of complex systems**. Cambridge, MA: New England Complex System Institute, 2003.
- BATTRAM, A. **Navegar por la complejidad**. Barcelona: Granica, 2001.
- BERTRAND, J.W.M.; FRANSOO, J.C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**. v.22, n.2, p.241-264, 2002.
- BORGATTI NETO, R. **Perspectivas da complexidade aplicada à gestão de empresas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, 2007. Tese de Doutorado.
- BRAGA, A.P.; CARVALHO, A.P.L.F.; LUDERMIR, T.B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CARLILE, P.R.; CHRISTENSEN, C.M. The cycles of theory building in management research. **HBS Working Paper Number: 05-057**, Harvard Business School, 2006.
- CLEOPHAS, C. Employing simulation to analyze the effects of model incongruence. Proceedings 26th. **European Conference on Modelling and Simulation**, 2012.
- CILLIERS, P. **Complexity, deconstruction and relativism**. Theory, Culture & Society, 2005.
- COLIN, E.C. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- CRONE, S.; DHAWAN, R. Forecasting seasonal time series with neural networks: a sensitivity analysis of architecture parameters. **International Joint Conference on Neural Networks**. Orlando-USA. 2007.

- DONGXIAO, N.; HUI, S. e YANAN, W. Research on short-term power load time series forecasting model based on BP neural network. **IEEE ICACC**. 2010.
- DUTRA, F.A.F; ERDMANN, R.H. Análise do planejamento e controle da produção sob a ótica da teoria da complexidade. **Produção**. vol. 17, p.407. 2007.
- FAUSETT, L.V. **Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications**. USA :Prentice Hall, 1994.
- FNQ – Fundação Nacional da Qualidade. **Cadernos de excelência: introdução ao modelo de excelência em gestão**. São Paulo: FNQ, 2012.
- GILBERT, G.; TROITZSCH, K. **Simulation for the social scientist**. Open University Press, 2005.
- HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**. n.38, p. 14336-14345. 2011.
- LANZHEN, L.; FAN, S. The study on short-time wind speed prediction based on time-series neural network algorithm. **IEEE APPEEC**. 2010.
- MAHDI, A.; HUSSAIN, J.; AI-JUMEILY, D. Adaptive neural network model using the immune system for financial time series forecasting. **International Conference on Computational Intelligence**. Honolulu-USA. 2009.
- MARANALDO, D. **Estratégia para a competitividade**. São Paulo: Produtivismo, 1989.
- MARTINEZ, S.C.; FERRARA, L.F.P.;MARIO, M.C. Análise de um aproximador funcional utilizando as Redes Neurais artificiais MLP treinada com o algoritmo Backpropagation. **UNISANTA - Science and Technology**,. p.1 - 6, v. 1, n. 1, 2012.
- MASSONI, N.T. Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino da Física**. 2008.
- MATURANA, H.R.; VARELA, F.J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athenas, 2001.
- MITROFF, I.I.; BETZ, F. PONDY, L.R.; SACASTI, F. On managing science in the systems age: two schemas for the study of science as a whole systems phenomenon. **Interfaces**. v.4, n.3, 1974.
- MOORE, J.H.; WEATHERFORD, L.R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. 6ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

- MORAIS, I.P. **Uma visão sistêmica da gestão organizacional**. São Paulo: Monitor Digital, 2006.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. - Trad. Eliane Lisboa 3ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.
- NETO, M.; CAVALCANTI, G. e REN, T. Financial time series prediction using exogenous series and combined neural networks. **International Joint Conference on Neural Networks**. Atlanta-USA. 2009.
- OLIVEIRA, A.L.; REZENDE, D.C.; CARVALHO, C.C. Redes inter-organizacionais horizontais vistas como sistemas complexos adaptativos. **Revista de Administração Contemporânea**. vol. 15, p.67. 2011.
- PADILLA, J.J; DIALLO, S.Y; TOLK, A. Do We Need M&S Science? **SCS M&S Magazine**. n. 4, October, 2011.
- PASCUCCI, L.; MEYER, V. Strategy in complex and pluralistic contexts. **Revista de Administração Contemporânea**. vol. 17, p.536. 2013.
- PEREIRA, H.J. **Os novos modelos de gestão: análise e algumas práticas em empresas brasileiras**. São Paulo: EAESP- FGV. Tese de Doutorado, 1995.
- PETRAGLIA, I.C. **Estudos de complexidade**. São Paulo: Xamã, 2006.
- PRENKERT, F. Business network simulation: combining research case and agent-based model in a robust methodology. **International Journal of Business Administration**. Vol. 3, n. 6, p.82-92. 2012.
- REBELO, L.M.B. Para além do processo racional de formação de estratégias em universidades públicas. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**. vol.1, p.135. 2010.
- RIBEIRO, C., GOLDSHMIDT, R. e CHOREN, R. **Métodos para previsão de séries temporais e suas tendências de desenvolvimento**. IME. Rio de Janeiro. 2009.
- RICHARDSON, K.A. Managing complex organizations: complexity thinking and the science and art of management. **Corporate Finance Review**. 2008.
- SAATY, T.L. **Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks**. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.
- SANTOS, A.R.; PACHECO, F.F; PEREIRA, H.J.; BASTOS JR., P. **Gestão do conhecimento**. Curitiba: Champagnat, 2001.
- SIPAHI, S; TIMOR, M. The analytic hierachy process and analytic network process: an overview of applications. **Management Decision**. v. 48, n.5, p. 775, 808, 2010.

- STACEY, R.D. **Strategic management and organizational dynamics: the challenge of complexity**. Harlow: Prentice Hall, 2007.
- STEINER, M.T.A. **Redes neurais artificiais**. Curitiba. PUCPR, 2012.
- SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of analytic hierarchy process in operations management. **International Journal of Production Economics**. n.138, p. 215-241. 2012.
- TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento na empresa**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- TOFFLER, A. A. **Terceira onda**. Rio de Janeiro: Record, 1980.
- TURBAN, E. **Administração da tecnologia da informação: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- WOLLMANN, D. **Gestão empresarial integrada**. Curitiba: PUCPR, 2010.
- WOLLMANN, D; KRUPCHACK, J.E. **Simulador empresarial e-tangram**. Tangram Tecnologias e Sistemas. Curitiba, 2010.
- WOLLMANN, D; STEINER, M.T.A; WOLLMANN, R.R.G. Vivenciando gestão estratégica de operações em um ambiente virtual de aprendizagem. **International Conference on Production Research (ICPR)**, 2012.
- WOLLMANN, D; STEINER, M.T.A; VIEIRA, G.E.; STEINER, P.A. Details of the analytic hierarchy process technique for the evaluation of health insurance companies. **Produção** (São Paulo. Impreso), p.1-10, 2013.
- WOLLMANN, D; STEINER, M.T.A; STEINER NETO, P.J.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. Experiencing integrated management in a virtual learning environment. **Advanced Materials Research** (online). v. 945-949, p. 2924-2934, 2014.
- ZOUCA, F. **Aplicação de redes neurais para previsão de séries temporais em segmentos industriais**. Dissertação de Mestrado. FEI. São Bernardo do Campo – SP. 2009.

APÊNDICE A – AMBIENTE DE SIMULAÇÃO – COMPUTADORES

A.1. Telas de Cadastramento no Simulador *e-tangram*

A seguir, das figuras A.1 a A.4, são apresentadas as telas de cadastramento de dados de entrada junto ao simulador *e-tangram*.

Figura A.1 – Tela com o cadastro dos computadores seus componentes

Ambiente de simulação

3 Computadores + 2 Mercados + 3 LPs
 Descrição: Ambiente de simulação para as turmas de 7º período do Curso de Administração - Câmpus de Curitiba.

PORTIFÓLIO

Produto	Elasticidade	Comunicação integrada de MKT	Preço de venda	Juros de venda à prazo	Força de venda	Taxa de estoque
CD - Computador Doméstico	1	4	1	1	10	1
CP - Computador Profissional	1	4	1	1	10	3
CC - Computador Corporativo	1	4	1	1	10	6

MATERIAIS

Material	Unidade	Prazo de entrega	Taxa de estoque
MCD - Componentes CD	conjunto	0 meses	5,00
MCP - Componentes CP	conjunto	0 meses	5,00
MCC - Componentes CC	conjunto	0 meses	5,00

COMPOSIÇÃO DE PRODUTOS

- ▼ CD - Computador Doméstico
 - ▼ Material
 - ▶ MCD - Componentes CD 1
 - ▶ MCP - Componentes CP 0
 - ▶ MCC - Componentes CC 0
- ▼ GP - Computador Profissional
 - ▼ Material
 - ▶ MCD - Componentes CD 0
 - ▶ MCP - Componentes CP 1
 - ▶ MCC - Componentes CC 0
- ▼ CC - Computador Corporativo
 - ▼ Material
 - ▶ MCD - Componentes CD 0
 - ▶ MCP - Componentes CP 0
 - ▶ MCC - Componentes CC 1

MERCADO: MERCADO DE COMPUTADORES

Figura A.2 – Tela com o cadastro dos mercados e demandas potenciais

The screenshot displays a web application interface for market and potential demand registration. The interface is organized into several sections, each with a table of data.

MERCADO: MERCADO DE COMPUTADORES

Região Comercial

▶ MCP - Componentes CP	1
▶ MCC - Componentes CC	0
▶ CC - Computador Corporativo	
Material	Quantidade
▶ MCP - Componentes CD	0
▶ MCP - Componentes CP	0
▶ MCC - Componentes CC	1

Potencial de consumidores

▶ CD - Computador Doméstico	50000
▶ CP - Computador Profissional	25000
▶ CC - Computador Corporativo	12500

Mercado Regional

Potencial de consumidores	
▶ CD - Computador Doméstico	150000
▶ CP - Computador Profissional	75000
▶ CC - Computador Corporativo	37500

RECURSOS DE TRANSFORMAÇÃO

Instalações	Quantidade de módulos	Tamanho de cada módulo	Tempo para construir	Taxa mensal de depreciação
Módulo Industrial	1	200 m²	1 mês	0,50 %

LINHAS DE PRODUÇÃO

Linhas de produção	Nº de empregados	Espaço físico	Taxa de manutenção	Taxa de depreciação	Prazo de instalação
Automática	150	600 m²	3,00 %	1,00 %	1 mês
Manual	50	200 m²	1,00 %	1,00 %	1 mês
Semi-Automatizada	100	400 m²	2,00 %	1,00 %	1 mês

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Linha de produção	Capacidade de produção	Coefficiente de perda
▶ Automática		
▶ Produto		
▶ CD - Computador Doméstico	5000	0
▶ CP - Computador Profissional	5000	0
▶ CC - Computador Corporativo	5000	0
▶ Manual		

The interface also shows a browser window with the URL www.tangram.com.br/simulador/ambientes/ambiente.php?cd_ambiente=1 and a taskbar with various application icons and system tray information.

Figura A.3 – Tela com o cadastro das linhas de produção

www.tangram.com.br/simulador/ambientes/ambiente.php?cd_ambiente=1

Região Comercial

▼ Mercado Local

Potencial de consumidores

▶ Produto	
▶ CD - Computador Doméstico	50000
▶ CP - Computador Profissional	25000
▶ CC - Computador Corporativo	12500

▼ Mercado Regional

Potencial de consumidores

▶ Produto	
▶ CD - Computador Doméstico	150000
▶ CP - Computador Profissional	75000
▶ CC - Computador Corporativo	37500

RECURSOS DE TRANSFORMAÇÃO

Instalações	1	200 m ²	Tempo para construir	1 mês	Taxa mensal de depreciação	0,50 %
Módulo Industrial						

LINHAS DE PRODUÇÃO

Linhas de produção	Nº de empregados	Espaço físico	Taxa de manutenção	Taxa de depreciação	Prazo de instalação
Automática	150	600 m ²	3,00 %	1,00 %	1 mês
Manual	50	200 m ²	1,00 %	1,00 %	1 mês
Semi-Automatizada	100	400 m ²	2,00 %	1,00 %	1 mês

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Linha de produção

▼ Automática

Capacidade de produção

▶ Produto		Coefficiente de perda
▶ CD - Computador Doméstico	5000	0
▶ CP - Computador Profissional	5000	0
▶ CC - Computador Corporativo	5000	0

▼ Manual

Capacidade de produção

▶ Produto		Coefficiente de perda
▶ CD - Computador Doméstico	1000	0
▶ CP - Computador Profissional	1000	0
▶ CC - Computador Corporativo	1000	0

▼ Semi-Automatizada

Capacidade de produção

▶ Produto		Coefficiente de perda
▶ CD - Computador Doméstico	3000	0
▶ CP - Computador Profissional	3000	0
▶ CC - Computador Corporativo	3000	0

tes 0706

eTangram - Goog...

Dewey Moreto W...

Doc1 - Microsoft ...

AP%25CANDICE ...

07:58 07/06/2014

Figura A.4 – Tela com o cadastro das empresas competidoras

The screenshot displays the 'etangram' web application interface. At the top, there is a navigation menu with options: INÍCIO, SIMULAÇÕES, AMBIENTES, and ADMINISTRAÇÃO. The user profile 'Dewey Wellmann - Administrador' is visible in the top right. The main content area shows a list of competitor companies under the heading 'EMPRESAS DA TURMA'. The table below lists the companies with their names, email addresses, and edit actions.

Participantes		Acções
Nome		
AJF	AJF (ajf@saojose14.com)	EDITAR
Companies of Dreams	Companies of Dreams (dreams@saojose14.com)	EDITAR
EJRT	EJRT (ejrt@saojose14.com)	EDITAR
Ecomoving	Empresa_09 (emp09@saojose14.com)	EDITAR
Empresa_10	Empresa_10 (emp10@saojose14.com)	EDITAR
Energi	Energi (energi@saojose14.com)	EDITAR
Galera System	Galera System (galera@saojose14.com)	EDITAR
Orie Tup	Orie Tup (orie@saojose14.com)	EDITAR
Softplus	Softplus (joaoryndack@hotmail.com)	EDITAR
Techworld	Techworld (tech@saojose14.com)	EDITAR

At the bottom of the page, there is a footer with the 'etangram' logo, copyright information (Copyright © 2014), and a navigation menu: Início, Simulações, Ambientes, Administração, Sobre a Tangram, Nossa equipe, Política de privacidade, Ajuda, and Contato.

A.2. Telas do Cenário Inicial

A seguir, nas figuras A.5 a A.9, são apresentadas as telas contendo os dados iniciais (iguais para todas as empresas), que juntamente dos dados de entrada (figuras A.1 a A.4), compõem o cenário inicial deste ambiente de simulação.

Figura A.5 – Cenário inicial para a área de RH e Marketing

The screenshot shows a web browser window with the following content:

POLÍTICA DE RH

	Mínimo	Médio	Máximo
Salário dos empregados de produção	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Investimento em treinamento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Participação nos lucros	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Comissões de vendas	0,00 %	0,00 %	0,00 %

RESULTADOS

	Mínimo	Média	Máxima
Motivação dos empregados	Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa
Produtividade dos empregados	0.977727	0.977727	0.977727

Mercado

CD - COMPUTADOR DOMÉSTICO

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	50000	7220	3530	353	353
Mercado Regional	150000	21680	10620	1062	1062

CP - COMPUTADOR PROFISSIONAL

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	25000	3610	2470	247	247
Mercado Regional	75000	10840	7420	742	742

CC - COMPUTADOR CORPORATIVO

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	12500	1800	1050	105	105
Mercado Regional	37500	5420	3170	317	317

SALÁRIO MÉDIO DOS EMPREGADOS

Na figura A.5 é possível constatar os valores das variáveis de decisão para a área de recursos humanos, com os valores mínimo, médio e máximo das variáveis de decisão: salário, treinamento e participação nos lucros. Logo em seguida, ainda nesta figura A.5, estão os valores dos índices de produtividade, utilizados por Sócrates no seu processo de tomada de decisões na área de *marketing*. Estes dois conjuntos de valores correspondem às políticas de recursos humanos adotados pelas empresas com os resultados decorrentes delas. Por último, são apresentados alguns dados sobre os mercados, mais especificamente, as demandas potenciais, as demandas efetivas e as vendas por produto. Com relação às vendas, é possível identificar as vendas totais (somatório das vendas de todas as empresas), a maior e a menor venda efetivada por uma empresa.

A figura A.6 apresenta os valores mínimo, médio e máximo dos preços e dos gastos com comunicação integrada que, associados aos valores da figura A.5, subsidiam a tomada de decisões de Sócrates nas áreas de *marketing* e produção.

A figura A.7 apresenta os resultados financeiros (Demonstração do Resultado do Exercício e Índices Financeiros para Análise DuPont) das empresas competidoras. Valores estes que permitem Sócrates decidir sobre qual será a meta de rentabilidade.

Figura A.6 – Valores dos Preços e dos gastos com Comunicação Integrada

www.tangram.com.br/simulador/simulacoes/relatorios/relatorios.php?area=relatorios&cronograma=320&empresa=558

Preço de venda por área de comercialização

CD - COMPUTADOR DOMÉSTICO

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	1.000,00	1.000,00	30.000,00	30.000,00
Mercado Regional	1.000,00	1.000,00	30.000,00	30.000,00

CP - COMPUTADOR PROFISSIONAL

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	3.000,00	3.000,00	45.000,00	45.000,00
Mercado Regional	3.000,00	3.000,00	45.000,00	45.000,00

CC - COMPUTADOR CORPORATIVO

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	9.000,00	9.000,00	45.000,00	45.000,00
Mercado Regional	9.000,00	9.000,00	45.000,00	45.000,00

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE

	EJRT	Companies of Dreams	Orie Tup	Galera System	AJF
Receita de vendas	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00
CPV	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00
Lucro Bruto	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00
Despesas de venda	873.550,00	873.550,00	873.550,00	873.550,00	873.550,00
Despesa administrativa	170.750,00	170.750,00	170.750,00	170.750,00	170.750,00
Despesa financeira	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00
Lucro operacional	2.610.350,00	2.610.350,00	2.610.350,00	2.610.350,00	2.610.350,00

12:15 06/06/2014

Figura A.7 – DRE e índices financeiros para análise DuPont

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE					
	EJRT	Companies of Dreams	Orite Tup	Galera System	AJF
Receita de vendas	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00	8.180.000,00
CPV	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00	3.698.350,00
Lucro Bruto	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00	3.663.650,00
Despesas de venda	873.550,00	873.550,00	873.550,00	873.550,00	873.550,00
Despesa administrativa	170.750,00	170.750,00	170.750,00	170.750,00	170.750,00
Despesa financeira	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00	1.044.300,00
Lucro operacional	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00
Resultado não operacional	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucro antes do IR	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00	2.619.350,00
Provisão para IR	392.902,00	392.902,00	392.902,00	392.902,00	392.902,00
Lucro após IR	2.226.450,00	2.226.450,00	2.226.450,00	2.226.450,00	2.226.450,00
Participação e bônus	556.612,00	556.612,00	556.612,00	556.612,00	556.612,00
Lucro líquido	1.669.840,00	1.669.840,00	1.669.840,00	1.669.840,00	1.669.840,00

ANÁLISE DUPONT			
	Receita de Vendas	Lucro Líquido	Patrimônio Líquido
AJF	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Companies of Dreams	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
EJRT	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Ecomoving	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Empresa_10	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Energi	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Galera System	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Orite Tup	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Softplus	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00
Techworld	8.180.000,00	1.669.840,00	8.437.352,00

A.3. Telas dos Resultados Finais

A seguir, nas figuras A.8 a A.10, são apresentadas as telas contendo os resultados finais, após 24 ciclos de decisão, das 10 empresas.

Figura A.8 – Resultado final para a área de RH e Marketing

POLÍTICA DE RH

	Mínimo	Médio	Máximo
Salário dos empregados de produção	1.500,00	1.705,60	1.850,00
Investimento em treinamento	5,00 %	17,60 %	25,00 %
Participação nos lucros	1,00 %	3,64 %	7,00 %
Comissões de vendas	0,25 %	1,415 %	2,90 %

RESULTADOS

	Mínima	Média	Máxima
Motivação dos empregados	Muito Baixa	Muito Baixa	Baixa
Produtividade dos empregados	0.932915	0.989691	1.03958

Mercado

CD - COMPUTADOR DOMÉSTICO

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	50000	7996	6911	239	1100
Mercado Regional	150000	24175	20966	754	3535

CP - COMPUTADOR PROFISSIONAL

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	25000	5892	5330	194	1853
Mercado Regional	75000	14165	13153	673	2676

CC - COMPUTADOR CORPORATIVO

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Mercado Local	12500	1922	1797	65	372
Mercado Regional	37500	6032	5702	173	1245

SALÁRIO MÉDIO DOS EMPREGADOS

Figura A.9 – Valores finais dos preços e dos gastos com comunicação integrada

Preço de venda por área de comercialização

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	700,00	940,79	30.000,00	150.000,00
Mercado Regional	750,00	985,89	30.000,00	250.000,00

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	1,00	2.074,99	30.000,00	100.000,00
Mercado Regional	1.450,00	2.293,89	30.000,00	200.000,00

Região	Preço		Comunicação Integrada	
	Mínimo	Médio	Mínimo	Máximo
Mercado Local	4.000,00	6.903,90	5.000,00	100.000,00
Mercado Regional	4.500,00	6.926,70	5.000,00	200.000,00

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE

	Techworld	Ecomoving	AJF	Enerji	Orie Tup
Receita de vendas	7.460.470,00	11.884.900,00	8.216.400,00	11.460.300,00	12.891.600,00
CPV	14.518.200,00	8.770.320,00	1.466.430,00	4.242.810,00	4.280.230,00
Lucro Bruto	-7.799.360,00	1.926.050,00	5.928.330,00	6.082.820,00	7.322.210,00
Despesas de venda	2.788.080,00	2.579.790,00	2.901.210,00	2.121.370,00	1.717.300,00
Despesa administrativa	39.100,00	94.200,00	81.700,00	118.500,00	81.100,00
Despesa financeira	3.227.180,00	2.824.990,00	3.048.910,00	2.979.870,00	1.890.400,00
Lucro operacional	-11.026.500,00	-898.943,00	2.879.420,00	3.102.960,00	5.431.810,00

Figura A.10. DRE e índices financeiros finais para análise DuPont

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE						
	Techworld	Ecomoving	AJF	Energi	Orie Tup	
Receita de vendas	7.460.470,00	11.884.900,00	8.216.400,00	11.460.300,00	12.891.600,00	
CPV	14.518.200,00	8.770.320,00	1.466.430,00	4.242.810,00	4.280.230,00	
Lucro Bruto	-7.799.360,00	1.926.050,00	5.928.330,00	6.082.820,00	7.322.210,00	
Despesas de venda	2.788.080,00	2.579.790,00	2.901.210,00	2.121.370,00	1.717.300,00	
Despesa administrativa	39.100,00	94.200,00	81.700,00	118.500,00	81.100,00	
Despesa financeira	3.227.180,00	2.824.990,00	3.048.910,00	2.979.870,00	1.890.400,00	
Lucro operacional	-11.026.500,00	-898.943,00	2.879.420,00	3.102.960,00	5.431.810,00	
Resultado não operacional	0,00	0,00	-21.750,00	0,00	0,00	
Lucro antes do IR	-11.026.500,00	-898.943,00	2.879.420,00	3.102.960,00	5.431.810,00	
Provisão para IR	0,00	0,00	431.913,00	465.444,00	814.771,00	
Lucro após IR	-11.026.500,00	-898.943,00	2.442.510,00	2.617.510,00	4.617.040,00	
Participação e bônus	0,00	0,00	661.459,00	693.641,00	1.200.430,00	
Lucro líquido	-11.026.500,00	-898.943,00	1.761.050,00	1.923.870,00	3.416.610,00	

ANÁLISE DUPONT			
	Receita de Vendas	Lucro Líquido	Ativo
AJF	8.216.400,00	1.761.050,00	6.433.101,70
Companies of Dreams	17.787.400,00	1.119.800,00	23.903.221,10
EJRT	10.248.700,00	305.308,00	31.051.812,20
Ecomoving	11.884.900,00	-898.943,00	23.009.075,00
Empresa_10	8.292.000,00	357.700,00	23.441.932,49
Energi	11.460.300,00	1.923.870,00	68.735.172,70
Galera System	10.727.200,00	1.052.480,00	33.422.739,20
Orie Tup	12.891.600,00	3.416.610,00	48.473.722,40
Softplus	12.644.400,00	1.093.820,00	33.077.273,00
Techworld	7.460.470,00	-11.026.500,00	-8.936.496,00
			-38.606.400,00

A.4. Séries Temporais das Variáveis de Decisão

As variáveis de decisão, para os 24 ciclos de decisão são apresentadas nas tabelas que se seguem. O conjunto de tabelas A.1 a A.6 contém as séries históricas dos valores: mínimo, médio e máximo; das variáveis: preço, P&D e comunicação integrada; para cada combinação tipo de computador e mercado.

Tabela A.1. Variáveis de decisão da área de Marketing – CD x mercado local

Mês	Mercado Local								
	Computador Doméstico - CD								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	762	891	1.073	0,7	4,4	7,9	18.602	25.898	31.721
2	785	913	1.131	1,7	2,9	7,0	19.243	25.924	35.757
3	760	889	1.101	1,9	3,6	7,0	18.604	25.910	37.503
4	768	906	1.069	1,4	2,5	8,0	20.036	24.102	37.293
5	789	904	1.136	0,2	3,2	5,0	21.768	23.419	32.452
6	776	902	1.138	0,3	3,9	6,0	18.633	26.954	31.527
7	773	907	1.061	0,9	3,0	7,0	18.748	24.738	35.577
8	807	898	1.076	1,3	3,7	6,0	21.974	25.743	34.046
9	819	913	1.101	1,5	2,9	8,0	18.942	23.132	32.141
10	833	905	1.133	0,5	4,0	8,0	21.863	27.110	32.175
11	803	896	1.067	1,5	3,4	6,0	19.764	25.691	32.559
12	803	916	1.118	0,1	2,8	8,0	20.534	24.515	35.384
13	805	918	1.126	0,6	2,7	6,0	19.087	27.068	36.699
14	838	882	1.125	1,7	4,4	6,0	20.484	25.338	32.455
15	827	882	1.130	0,1	4,4	6,0	21.355	22.882	33.750
16	786	906	1.050	0,0	4,3	8,0	19.026	23.439	37.337
17	805	898	1.099	1,4	2,8	6,0	20.003	23.798	36.793
18	778	893	1.058	1,0	4,1	5,0	21.198	25.227	32.118
19	798	919	1.138	0,0	3,2	5,0	18.030	25.632	33.463
20	785	917	1.054	0,2	3,1	6,0	21.286	26.509	34.041
21	792	902	1.093	1,9	3,1	6,0	19.824	26.091	33.247
22	798	886	1.056	0,3	3,5	7,0	18.204	26.136	31.502
23	803	882	1.068	0,1	2,5	6,0	21.023	25.019	31.550
24	763	906	1.137	1,6	4,1	9,0	21.819	24.924	34.590

Tabela A.2. Variáveis de decisão da área de Marketing – CP x mercado local

	Mercado Local								
	Computador Profissional - CP								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	2.421	2.650	3.042	0,4	3,7	6,9	28.816	42.398	58.929
2	2.545	2.742	2.947	1,9	2,7	6,8	33.109	43.787	68.049
3	2.522	2.692	3.087	1,3	4,4	5,2	29.857	42.187	53.941
4	2.488	2.756	2.949	1,3	3,2	6,3	26.020	43.462	56.185
5	2.470	2.676	2.971	1,9	3,4	5,6	29.416	35.088	64.238
6	2.477	2.687	2.990	0,8	4,4	6,0	26.083	38.863	55.599
7	2.455	2.759	3.036	0,6	2,8	6,1	26.502	39.815	60.103
8	2.544	2.647	2.941	1,4	3,4	5,6	30.242	37.656	65.330
9	2.409	2.639	2.985	0,3	2,7	5,5	29.038	44.267	52.064
10	2.599	2.693	2.901	1,1	3,2	8,4	33.415	39.221	52.704
11	2.476	2.606	3.090	0,0	3,2	6,1	27.635	35.882	63.119
12	2.411	2.722	2.993	0,0	3,8	7,5	30.962	38.121	60.435
13	2.456	2.635	2.949	0,5	3,5	8,9	31.174	44.719	50.221
14	2.599	2.600	3.079	0,9	3,8	7,1	32.892	42.226	53.090
15	2.567	2.610	3.098	2,0	2,7	5,6	29.528	40.962	59.130
16	2.573	2.780	2.977	0,9	4,5	8,9	31.649	41.891	69.493
17	2.585	2.676	2.983	1,2	3,3	8,7	27.977	37.459	59.309
18	2.600	2.612	3.032	0,8	3,2	8,0	33.441	37.274	68.924
19	2.550	2.653	2.988	0,2	3,5	8,3	31.540	44.595	69.388
20	2.535	2.737	3.015	0,9	3,6	5,4	27.142	44.408	50.353
21	2.557	2.679	2.912	0,2	2,7	6,0	30.022	44.099	65.839
22	2.485	2.798	3.076	1,6	3,6	8,3	28.565	37.800	51.488
23	2.407	2.772	2.900	0,1	3,0	6,5	31.651	44.168	62.665
24	2.518	2.604	3.045	0,0	4,3	7,9	31.934	43.360	62.709

Tabela A.3. Variáveis de decisão da área de Marketing – CC x mercado local

	Mercado Local								
	Computador Coporativo - CC								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	7.079	7.488	7.738	0,3	3,4	5,9	50.589	68.547	94.300
2	6.848	7.042	7.520	1,5	4,3	8,9	45.974	80.869	91.641
3	7.205	7.925	8.256	0,9	2,6	7,6	49.417	68.409	96.967
4	7.300	7.309	7.760	1,7	4,5	8,4	48.349	73.544	83.368
5	6.827	7.080	7.530	0,1	4,1	5,2	51.470	78.292	96.119
6	7.206	7.282	7.620	1,8	3,0	8,9	54.827	78.904	86.574
7	7.043	7.573	8.063	0,3	4,3	6,6	45.719	75.166	92.385
8	6.892	7.511	7.963	1,0	4,5	8,5	49.670	79.987	82.232
9	6.934	7.908	7.633	0,6	2,7	6,4	50.793	75.191	94.322
10	7.146	7.518	8.389	0,7	4,4	8,6	49.534	77.225	95.342
11	6.913	7.398	7.838	1,7	4,5	5,5	45.672	76.427	82.353
12	7.283	7.358	8.390	1,0	2,5	8,9	54.874	81.446	92.077
13	7.235	7.185	8.477	1,4	3,6	6,8	52.967	72.190	92.537
14	6.909	7.655	8.102	0,2	3,1	5,8	54.052	82.500	99.270
15	6.724	7.668	7.916	1,1	3,0	7,8	50.034	82.024	91.954
16	6.793	7.183	8.381	1,3	2,9	7,9	52.673	72.757	99.699
17	6.778	7.782	8.003	0,2	2,5	8,2	49.106	81.236	99.457
18	6.715	7.596	8.156	0,5	4,4	5,5	53.672	76.224	87.952
19	6.878	7.914	7.918	0,1	3,1	8,2	51.175	79.981	84.007
20	6.909	7.381	7.756	1,2	3,6	5,9	50.152	79.979	91.975
21	6.800	7.425	8.264	0,8	3,0	6,7	48.880	83.173	98.345
22	6.805	7.903	7.646	0,5	4,5	9,0	45.546	82.777	88.571
23	6.791	7.007	8.359	0,5	3,2	5,5	52.073	65.850	96.722
24	6.983	7.130	8.451	1,9	3,5	8,4	48.879	73.124	89.867

Tabela A.4. Variáveis de decisão da área de Marketing – CD x mercado regional

	Mercado Regional								
	Computador Doméstico - CD								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	796	894	1.079	0,7	4,4	7,9	19.153	26.348	38.009
2	778	897	1.135	1,7	2,9	7,0	19.897	26.165	37.358
3	799	897	1.079	1,9	3,6	7,0	20.484	26.658	34.836
4	809	913	1.137	1,4	2,5	8,0	21.664	25.718	32.856
5	817	901	1.054	0,2	3,2	5,0	19.267	23.227	37.428
6	790	910	1.106	0,3	3,9	6,0	18.925	23.534	32.651
7	774	904	1.100	0,9	3,0	7,0	19.036	24.822	32.754
8	806	917	1.084	1,3	3,7	6,0	19.063	26.490	38.207
9	824	895	1.110	1,5	2,9	8,0	19.195	23.532	35.057
10	828	914	1.129	0,5	4,0	8,0	21.455	23.619	31.518
11	775	898	1.065	1,5	3,4	6,0	20.223	26.797	34.104
12	803	906	1.063	0,1	2,8	8,0	20.933	26.849	32.792
13	765	888	1.141	0,6	2,7	6,0	19.359	23.037	33.928
14	760	913	1.062	1,7	4,4	6,0	19.879	23.029	37.668
15	798	883	1.098	0,1	4,4	6,0	19.613	24.481	33.602
16	795	893	1.147	0,0	4,3	8,0	19.181	22.643	33.612
17	785	892	1.080	1,4	2,8	6,0	18.290	24.551	32.490
18	794	896	1.136	1,0	4,1	5,0	19.094	27.229	34.917
19	813	884	1.060	0,0	3,2	5,0	19.531	23.152	38.031
20	760	911	1.092	0,2	3,1	6,0	18.081	26.378	37.577
21	794	893	1.075	1,9	3,1	6,0	18.111	25.800	32.620
22	835	890	1.112	0,3	3,5	7,0	21.299	27.066	32.545
23	789	881	1.077	0,1	2,5	6,0	21.595	25.574	34.497
24	790	895	1.128	1,6	4,1	9,0	18.640	23.242	35.313

Tabela A.5. Variáveis de decisão da área de Marketing – CP x mercado regional

	Meracado Regional								
	Computador Profissional - CP								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	2.581	2.602	3.003	0,4	3,7	6,9	32.746	35.574	64.206
2	2.555	2.676	3.056	1,9	2,7	6,8	29.169	43.957	50.292
3	2.435	2.620	3.051	1,3	4,4	5,2	32.124	41.443	54.696
4	2.438	2.631	3.003	1,3	3,2	6,3	30.851	43.623	58.773
5	2.531	2.722	2.904	1,9	3,4	5,6	30.045	36.541	58.103
6	2.484	2.736	3.098	0,8	4,4	6,0	30.707	40.027	67.361
7	2.535	2.628	3.089	0,6	2,8	6,1	30.138	40.962	50.898
8	2.583	2.774	3.064	1,4	3,4	5,6	32.278	44.366	69.704
9	2.471	2.678	3.079	0,3	2,7	5,5	30.285	36.165	50.502
10	2.522	2.643	3.050	1,1	3,2	8,4	31.109	37.424	68.901
11	2.497	2.777	3.036	0,0	3,2	6,1	30.788	44.957	55.287
12	2.588	2.730	2.911	0,0	3,8	7,5	26.417	38.896	63.886
13	2.509	2.751	2.994	0,5	3,5	8,9	33.367	41.778	57.825
14	2.508	2.602	2.951	0,9	3,8	7,1	28.400	41.832	69.455
15	2.541	2.642	2.924	2,0	2,7	5,6	31.619	35.408	61.208
16	2.435	2.792	3.045	0,9	4,5	8,9	26.503	37.149	51.699
17	2.548	2.611	2.926	1,2	3,3	8,7	27.928	38.119	67.433
18	2.595	2.734	3.045	0,8	3,2	8,0	27.786	43.971	60.036
19	2.522	2.729	2.953	0,2	3,5	8,3	28.550	43.854	55.552
20	2.591	2.693	2.994	0,9	3,6	5,4	33.853	43.844	52.642
21	2.495	2.728	3.097	0,2	2,7	6,0	28.405	43.654	57.574
22	2.562	2.744	3.073	1,6	3,6	8,3	26.450	38.634	55.831
23	2.538	2.684	2.930	0,1	3,0	6,5	31.436	42.772	54.612
24	2.411	2.757	3.084	0,0	4,3	7,9	27.873	41.146	54.048

Tabela A.6. Variáveis de decisão da área de Marketing – CC x mercado regional

	Mercado Regional								
	Computador Coporativo - CC								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	6.736	7.819	8.373	0,3	3,4	5,9	54.774	82.545	85.339
2	6.977	7.120	8.424	1,5	4,3	8,9	53.771	72.815	81.275
3	6.886	7.528	7.800	0,9	2,6	7,6	46.656	84.955	93.374
4	7.265	7.655	8.265	1,7	4,5	8,4	53.744	74.373	85.925
5	7.184	7.083	8.129	0,1	4,1	5,2	54.040	83.892	92.370
6	6.706	7.296	7.773	1,8	3,0	8,9	52.282	77.632	87.758
7	7.183	7.997	7.618	0,3	4,3	6,6	51.691	75.600	80.799
8	7.123	7.042	8.047	1,0	4,5	8,5	50.182	69.514	98.613
9	7.270	7.761	8.263	0,6	2,7	6,4	48.195	73.106	85.247
10	6.731	7.543	7.596	0,7	4,4	8,6	52.309	78.088	89.275
11	6.740	7.929	8.120	1,7	4,5	5,5	54.817	81.563	88.171
12	6.745	7.073	7.928	1,0	2,5	8,9	53.145	68.334	89.854
13	6.899	7.176	8.226	1,4	3,6	6,8	53.810	82.186	91.354
14	7.115	7.271	7.910	0,2	3,1	5,8	45.116	84.223	80.766
15	7.054	7.243	7.795	1,1	3,0	7,8	54.352	70.040	84.242
16	7.021	7.499	7.586	1,3	2,9	7,9	45.381	65.365	88.038
17	6.835	7.643	7.576	0,2	2,5	8,2	51.983	66.224	86.778
18	6.790	7.954	7.956	0,5	4,4	5,5	47.070	78.873	85.219
19	7.062	7.135	8.144	0,1	3,1	8,2	53.400	77.890	96.452
20	7.052	7.653	8.183	1,2	3,6	5,9	47.581	83.957	92.790
21	6.712	7.513	7.671	0,8	3,0	6,7	48.630	73.165	96.402
22	6.808	7.006	7.801	0,5	4,5	9,0	50.968	74.955	97.400
23	6.996	7.441	8.066	0,5	3,2	5,5	53.936	76.556	82.020
24	7.154	7.216	7.917	1,9	3,5	8,4	48.375	65.185	98.140

Na sequência, é apresentada a tabela A.7, com os dados das séries históricas que representam as políticas de recursos humanos adotadas pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; das variáveis de decisão: salário, percentual de treinamento e percentual de participação nos lucros.

Tabela A.7. Variáveis de decisão da área de RH

Mês	Decisões de Recursos Humanos								
	Salário			Treinamento			Participação nos Lucros		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	1.000	1.150	1.250	5,0	8,0	20,0	1,0	2,0	10,0
2	1.010	1.170	1.300	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	10,0
3	1.050	1.205	1.350	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	10,0
4	1.050	1.220	1.400	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	9,0
5	1.075	1.245	1.450	5,0	9,0	20,0	0,4	1,9	9,0
6	1.080	1.260	1.450	5,0	11,0	20,0	0,3	1,9	8,0
7	1.080	1.270	1.480	5,0	13,0	25,0	0,2	1,9	8,0
8	1.100	1.345	1.500	5,0	13,5	25,0	0,5	1,9	7,0
9	1.100	1.345	1.500	5,0	13,5	25,0	0,7	1,9	7,0
10	1.100	1.345	1.500	5,0	14,0	25,0	0,8	1,9	6,0
11	1.150	1.365	1.500	5,0	14,0	25,0	0,5	1,8	6,0
12	1.150	1.365	1.500	5,0	14,5	25,0	0,3	1,8	6,0
13	1.150	1.370	1.550	5,0	14,5	25,0	0,7	1,8	5,0
14	1.270	1.390	1.600	5,0	14,5	25,0	0,8	1,8	5,0
15	1.270	1.395	1.650	5,0	15,0	25,0	1,0	1,8	5,0
16	1.280	1.400	1.650	5,0	15,0	25,0	1,0	1,7	5,0
17	1.290	1.425	1.700	5,0	15,0	25,0	0,5	1,7	4,0
18	1.300	1.475	1.700	5,0	15,5	25,0	0,3	1,7	4,0
19	1.350	1.500	1.750	5,0	16,0	25,0	0,3	1,6	4,0
20	1.350	1.550	1.800	5,0	16,0	25,0	0,3	1,6	4,0
21	1.375	1.570	1.800	5,0	16,5	25,0	0,3	1,5	3,0
22	1.400	1.650	1.850	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0
23	1.450	1.675	1.850	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0
24	1.500	1.705	1.850	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0

Na tabela A.8, estão os dados das séries históricas que representam as estratégias de produção adotadas pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; da variável de decisão: capacidade de produção, bem como os valores da capacidade de produção de todas as empresas competidoras.

Tabela A.8. Variáveis de decisão da área de Produção

	Decisões de Produção			
	Capacidade			Capacidade Total
Mês	Menor	Médio	Maior	
1	3.000	3.000	3.000	30.000
2	3.000	3.500	5.000	35.000
3	3.000	4.000	5.000	40.000
4	3.000	4.000	5.000	40.000
5	3.000	5.000	8.000	50.000
6	3.000	5.000	8.000	50.000
7	3.000	5.000	8.000	50.000
8	3.000	5.500	10.000	55.000
9	3.000	5.500	10.000	55.000
10	3.000	5.500	10.000	55.000
11	3.000	5.500	10.000	55.000
12	3.000	5.500	10.000	55.000
13	3.000	5.500	10.000	55.000
14	3.000	5.500	10.000	55.000
15	3.000	5.500	10.000	55.000
16	3.000	5.500	10.000	55.000
17	3.000	5.500	10.000	55.000
18	3.000	5.500	10.000	55.000
19	3.000	5.500	10.000	55.000
20	3.000	5.500	10.000	55.000
21	3.000	5.500	10.000	55.000
22	3.000	5.500	10.000	55.000
23	3.000	5.500	10.000	55.000
24	3.000	5.500	10.000	55.000

Na tabela A.9, estão os dados das séries históricas que representam os resultados financeiros alcançados pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; da variável de decisão: rentabilidade do patrimônio líquido (relação entre o lucro líquido e o patrimônio líquido), bem como os valores da taxa de juros do mercado.

Tabela A.9. Variáveis de resultado da área de Finanças

	Decisões de Finanças			
	(LL) / (PL)			Taxa de Juros
Mês	Menor	Médio	Maior	
1	25,4	25,4	25,4	3
2	10,1	21,4	24,7	3
3	7,3	20,9	24,1	3
4	5,2	20,2	24,8	3
5	2,4	20,0	24,5	3
6	1,3	19,8	24,0	3
7	0,0	19,4	23,5	3
8	0,0	18,9	22,7	3
9	0,0	18,1	22,3	3
10	0,0	17,3	21,4	3
11	0,0	16,8	20,9	3
12	0,0	15,7	20,6	3
13	0,0	13,3	19,1	3
14	0,0	12,4	17,4	3
15	0,0	11,9	15,3	3
16	0,0	10,5	12,7	3
17	0,0	8,7	10,4	3
18	0,0	7,4	9,9	3
19	0,0	6,4	9,1	3
20	0,0	6,2	8,7	3
21	0,0	5,9	8,5	3
22	0,0	5,4	8,5	3
23	0,0	5,0	8,4	3
24	0,0	4,3	8,4	3

APÊNDICE B – AMBIENTE DE SIMULAÇÃO – TÊNIS

B.1. Telas de Cadastramento no Simulador *e-tangram*

A seguir, das figuras B.1 a B.4, são apresentadas as telas de cadastramento de dados de entrada junto ao simulador *e-tangram*.

Figura B.1. Tela com o cadastro dos tipos de tênis e seus componentes

4 Tênis + 3 Mercados + 1 LP
 Ambiente de simulação para a turma de graduação em Marketing, 1º semestre de 2012. Neste ambiente o foco é a

CONDIÇÕES INICIAIS

Nome	Ações
1) Marketing 2012-1	Editar
2) Marketing 2013-1	Editar

NOVA CONDIÇÃO INICIAL

PORTFÓLIO

Produto	Elasticidade	Comunicação integrada de MKT	Prazo de venda	Juros de venda à prazo	Força de venda	p&D	Coefficiente 1	Coefficiente 2	Taxa de estoque (%)
Tênis Popular	1	6	1	1	10	1	1	1	1
Tênis Casual	1	4	1	1	10	2	1	1	1
Tênis de Corrida	1	2	1	1	10	3	1	1	1
Tênis Fashion	1	1	1	1	10	4	1	1	1

NOVO PRODUTO

MATERIAIS

Material	Unidade	Prazo de entrega	Taxa de estoque (%)	Taxa de perda (%)
MTPo	unidade	0 meses	1,00	0,00
MTCa	unidade	0 meses	1,00	0,00
MTCO	unidade	0 meses	1,00	0,00
MTFa	unidade	0 meses	1,00	0,00

NOVO MATERIAL

Figura B.2. Tela com o cadastro dos mercados e demandas potenciais

The screenshot displays a web application interface for managing market and potential demand data. The interface is organized into a hierarchical structure under the heading "MERCADO: CALÇADOS ESPORTIVOS".

Região Comercial

- Curitiba**
 - Produto**
 - Tenis Popular: 2000
 - Tenis Casual: 2400
 - Tenis de Corrida: 3000
 - Tenis Fashion: 1000
- Florianópolis**
 - Produto**
 - Tenis Popular: 1500
 - Tenis Casual: 1200
 - Tenis de Corrida: 2000
 - Tenis Fashion: 3000
- São Paulo**
 - Produto**
 - Tenis Popular: 6000
 - Tenis Casual: 5000
 - Tenis de Corrida: 10000
 - Tenis Fashion: 4000

At the bottom of the interface, there is a button labeled "NOVA REGIÃO". The browser's address bar shows the URL: `www.tangram.com.br/simulador/administracao/ambientes/ambiente.php?ambiente=2`. The system tray at the bottom right indicates the date and time as 05/06/2014, 07:20.

Figura B.3. Tela com o cadastro das linhas de produção

www.tangram.com.br/simulador/administracao/ambientes/ambiente.php?ambiente=2

RECURSOS DE TRANSFORMAÇÃO

Instalações	Tamanho de cada módulo (m ²)	Prazo para construção	Taxa mensal de depreciação
Modulos Industriais	100	1 mês	1,00 %

NOVA INSTALAÇÃO

LINHAS DE PRODUÇÃO

Linhas de produção	Nº de empregados	Espaço físico (m ²)	Taxa de manutenção	Taxa de depreciação	Prazo de instalação
LP Tênis	20	75	1,00 %	0,50 %	1 mês

NOVA LINHA DE PRODUÇÃO

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Linha de produção	Capacidade de produção	Coefficiente de perda (%)
LP Tênis		
▶ Produto		
▶ Tênis Popular	1500	0,00
▶ Tênis Casual	1500	0,00
▶ Tênis de Corrida	1200	0,00
▶ Tênis Fashion	1000	0,00

FORMAS DE PAGAMENTO

Descrição	Entrada (%)	Parcelas	Juros (%)	Carência	Fator de prazo	Financiamento
2 vezes	50,00	2	5,00	0	0	Não
3 vezes	30,00	3	5,00	0	1	Não
à vista	100,00	1	0,00	0	0	Não
Financiamento	25,00	12	1,00	6	0	Sim

Sistema Co... eTangram... 07:20 05/06/2014

Figura B.4. Tela com o cadastro das empresas competidoras.

Meus Dados | Configurações | Ajuda | Sair
Dewey Wollmann
Administrador

INÍCIO | SIMULAÇÕES | AMBIENTES | ADMINISTRAÇÃO

Você está aqui: Simulações > Marketing 2014-1

07:40:45

Gerenciamento

Marketing 2014-1

NOVA EMPRESA

EMPRESAS DA TURMA

Nome	Participantes	Ações
Empresa_01	Equipe_MKT_01 (cassy_ferreira@hotmail.com)	EDITAR
Empresa_02	Equipe_MKT_02 (obergalaridnowait_35@hotmail.com)	EDITAR
Empresa_03	Equipe_MKT_03 (falecomarceloporanga@gmail.com)	EDITAR
Empresa_04	Equipe_MKT_04 (je_quinelli@hotmail.com)	EDITAR
Empresa_05	Equipe_MKT_05 (esteveao.schumaker@gmail.com)	EDITAR
Empresa_06	Equipe_MKT_06 (marcela_kummer@hotmail.com)	EDITAR

etangram
simulador empresarial

Copyright © 2014
Todos os direitos reservados.

Início | Simulações | Ambientes | Administração

Sobre a Tangram | Nossa equipe | Política de privacidade | Ajuda | Contato

07:40 05/06/2014
Microsoft Ex...
APENDEC B...
APENDEC A...
Dewey_Tes...
Dewey More...
eTangram - ...
Sistema Co...
e

B.2. Telas do Cenário Inicial

A seguir, nas figuras B.5 a B.9, são apresentadas as telas contendo os dados iniciais (iguais para todas as empresas), que juntamente dos dados de entrada (figuras B.1 a B.4), compõem o cenário inicial deste ambiente de simulação.

Figura B.5. Cenário inicial para a área de RH

The screenshot displays the eTangram web application interface. The top navigation bar includes 'Meus Dados', 'Configurações', 'Ajuda', and 'Sair'. The user is identified as 'Dewey Wollmann, Administrador'. The main content area shows a breadcrumb trail: 'Você está aqui: Simulações > Marketing 2014-1 > Simulação - Ambiente 4 Tennis + 3 Mercados + 1 LP > Mês 1'. Below this, there is a navigation menu with '1 Marketing', '2 Produção', '3 RH', '4 Finanças', and '5 Relatórios'. The current view is titled 'Empresas: Empresa_01' and 'Recursos Humanos'. The main content area is divided into three sections: 'POLÍTICA DE RH', 'RESULTADOS', and 'Mercado'. Each section contains a table with data.

POLÍTICA DE RH

	Mínimo	Médio	Máximo
Salário dos empregados de produção	1.250,00	1.250,00	1.250,00
Investimento em treinamento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Participação nos lucros	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Comissões de vendas	0,00 %	0,00 %	0,00 %

RESULTADOS

	Mínima	Média	Máxima
Motivação dos empregados	Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa
Produtividade dos empregados	0.977737	0.977737	0.977737

Mercado

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	2000	1788	732	122	122

TENIS POPULAR

Figura B.6. Cenário inicial para a área de Marketing

Motivação dos empregados	Muito Baixa				
Produtividade dos empregados	0,977737	0,977737	0,977737	0,977737	0,977737

Mercado

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	2000	1788	732	122	122
Florianópolis	1500	1788	732	122	122
São Paulo	6000	1788	732	122	122

TENIS POPULAR

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	2400	1608	732	122	122
Florianópolis	1200	1608	732	122	122
São Paulo	5000	1608	732	122	122

TENIS CASUAL

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	3000	1074	582	97	97
Florianópolis	2000	1074	582	97	97
São Paulo	10000	1074	582	97	97

TENIS DE CORRIDA

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	1000	642	486	81	81
Florianópolis	3000	642	486	81	81
São Paulo	4000	642	486	81	81

TENIS FASHION

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	1000	642	486	81	81
Florianópolis	3000	642	486	81	81
São Paulo	4000	642	486	81	81

SALÁRIO MÉDIO DOS EMPREGADOS

Área	Salário
Produção	1.250,00

Figura B.7. Valores dos preços e dos gastos com comunicação integrada

Preço de venda por área de comercialização

Região	Preço			Comunicação Integrada		
	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio
TENIS POPULAR						
Curitiba	100,00	100,00	100,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Florianópolis	100,00	100,00	100,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
São Paulo	100,00	100,00	100,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
TENIS CASUAL						
Curitiba	140,00	140,00	140,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Florianópolis	140,00	140,00	140,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
São Paulo	140,00	140,00	140,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
TENIS DE CORRIDA						
Curitiba	600,00	600,00	600,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
Florianópolis	600,00	600,00	600,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
São Paulo	600,00	600,00	600,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
TENIS FASHION						
Curitiba	270,00	270,00	270,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
Florianópolis	270,00	270,00	270,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
São Paulo	270,00	270,00	270,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00

Figura B.8. DRE e índices financeiros para análise DuPont

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE						
	Empresa_01	Empresa_02	Empresa_03	Empresa_04	Empresa_05	Empresa_06
Receita de vendas	328.050,00	328.050,00	328.050,00	328.050,00	328.050,00	328.050,00
CPV	129.380,00	129.380,00	129.380,00	129.380,00	129.380,00	129.380,00
Lucro Bruto	149.462,00	149.462,00	149.462,00	149.462,00	149.462,00	149.462,00
Despesas de venda	179.185,00	179.185,00	179.185,00	179.185,00	179.185,00	179.185,00
Despesa administrativa	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Despesa financeira	179.235,00	179.235,00	179.235,00	179.235,00	179.235,00	179.235,00
Lucro operacional	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20
Resultado não operacional	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucro antes do IR	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20
Provisão para IR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucro após IR	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20
Participação e bônus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucro líquido	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20	-29.772,20

ANÁLISE DUPONT			
	Receita de Vendas	Lucro Líquido	Ativo
Empresa_01	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30
Empresa_02	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30
Empresa_03	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30
Empresa_04	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30
Empresa_05	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30
Empresa_06	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30

	Receita de Vendas	Lucro Líquido	Ativo	Patrimônio Líquido
Empresa_01	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80
Empresa_02	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80
Empresa_03	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80
Empresa_04	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80
Empresa_05	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80
Empresa_06	328.050,00	-29.772,20	1.019.435,30	970.227,80

B.3. Telas dos Resultados Finais

A seguir, nas figuras B.9 a B.12, são apresentadas as telas contendo os resultados finais, após 24 ciclos de decisão, das 6 empresas.

Figura B.9. Resultado final para a área de RH e *Marketing*

The screenshot displays the 'etangram' web application interface. The top navigation bar includes 'INÍCIO', 'SIMULAÇÕES', 'AMBIENTES', 'ADMINISTRAÇÃO', and 'Meus Dados'. The user is identified as 'Dewey Wollmann, Administrador'. The main content area shows 'Relatórios (12 - Dezembro)' with tabs for '1 Marketing', '2 Produção', '3 RH', '4 Finanças', and '5 Relatórios'. The selected report is for 'Empresa: Empresa_01' under 'Recursos Humanos'.

The 'POLÍTICA DE RH' table shows the following data:

	Mínimo	Médio	Máximo
Salário dos empregados de produção	1.260,00	1.408,67	1.500,00
Investimento em treinamento	0,00 %	1,35 %	4,00 %
Participação nos lucros	0,00 %	1,31333 %	4,00 %
Comissões de vendas	0,00 %	1,62 %	5,00 %

The 'RESULTADOS' section shows the following data:

	Mínima	Média	Máxima
Motivação dos empregados	Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa
Produtividade dos empregados	0.929742	0.982386	1.01211

The 'Mercado' section shows the following data:

	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Região	2000	866	489	10	172
Curtiba					

The bottom of the screen shows the system tray with the date '05/06/2014' and time '07:46'.

Figura B.10. Resultado final para a área de Marketing

Motivação dos empregados: Muito Baixa
 Produtividade dos empregados: 0.929742
 Muito Baixa: 0.982386
 Muito Baixa: 1.01211

Mercado

TENIS POPULAR

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	2000	866	489	10	172
Florianópolis	1500	831	462	11	166
São Paulo	6000	827	460	9	169

TENIS CASUAL

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	2400	706	461	28	149
Florianópolis	1200	678	448	23	132
São Paulo	5000	653	422	22	104

TENIS DE CORRIDA

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	3000	944	923	61	338
Florianópolis	2000	943	923	61	338
São Paulo	10000	929	909	61	344

TENIS FASHION

Região	Mercado	Demanda	Venda total	Menor venda	Maior venda
Curitiba	1000	694	523	30	112
Florianópolis	3000	688	518	30	113
São Paulo	4000	675	511	30	115

SALÁRIO MÉDIO DOS EMPREGADOS

Área	Salário
1. Anos 67	1. Anos 67

Figura B.11. Valores finais dos preços e dos gastos com comunicação integrada

Preço de venda por área de comercialização

Região	Preço			Comunicação Integrada		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Curitiba	100,00	159,82	280,00	0,00	641,67	1.000,00
Florianópolis	100,00	162,82	280,00	0,00	641,67	1.000,00
São Paulo	100,00	165,32	290,00	0,00	641,67	1.000,00

Região	Preço			Comunicação Integrada		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Curitiba	130,00	156,47	180,00	0,00	583,33	1.000,00
Florianópolis	130,00	160,82	180,00	0,00	583,33	1.000,00
São Paulo	130,00	166,63	180,00	0,00	583,33	1.000,00

Região	Preço			Comunicação Integrada		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Curitiba	425,00	579,65	699,00	250,00	4.441,67	13.000,00
Florianópolis	425,00	580,48	699,00	250,00	4.441,67	13.000,00
São Paulo	425,00	592,65	705,00	500,00	4.483,33	13.000,00

Região	Preço			Comunicação Integrada		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Curitiba	250,00	282,97	299,90	0,00	1.458,33	4.000,00
Florianópolis	260,00	284,63	299,90	0,00	1.458,33	4.000,00
São Paulo	270,00	289,63	305,00	0,00	1.491,67	4.000,00

Figura B.12. DRE e índices financeiros finais para análise DuPont

	Empresa_03	Empresa_04	Empresa_05	Empresa_06	Empresa_01
DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - DRE					
Receita de vendas	238.193,00	397.391,00	420.688,00	429.785,00	383.841,00
CPV	117.603,00	183.400,00	189.772,00	169.410,00	146.035,00
Lucro Bruto	84.861,40	154.973,00	167.813,00	195.907,00	180.230,00
Despesas de venda	18.524,80	64.376,50	47.720,40	76.268,00	40.714,80
Despesa administrativa	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Despesa financeira	18.574,80	64.426,50	47.770,40	76.318,00	40.764,80
Lucro operacional	66.286,50	90.546,40	120.042,00	119.589,00	139.465,00
Resultado não operacional	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucro antes do IR	66.286,50	90.546,40	120.042,00	119.589,00	139.465,00
Provisão para IR	3.314,33	4.527,32	6.002,12	5.979,46	6.973,26
Lucro após IR	62.972,20	86.009,00	114.040,00	113.610,00	132.492,00
Participação e bônus	15.806,00	24.942,60	31.931,30	28.402,50	33.162,80
Lucro líquido	47.166,20	61.066,40	82.109,10	85.207,40	99.329,30
ANÁLISE DUPONT					
	Receita de Vendas	Lucro Líquido	Ativo	Patrimônio Líquido	
Empresa_01	383.841,00	99.329,30	1.716.404,13	1.618.623,00	
Empresa_02	482.250,00	72.271,10	1.580.976,41	1.474.585,00	
Empresa_03	238.193,00	47.166,20	1.796.668,37	1.741.819,00	
Empresa_04	397.391,00	61.066,40	1.458.624,26	1.351.961,00	
Empresa_05	420.688,00	82.109,10	1.591.751,08	1.484.044,00	
Empresa_06	429.785,00	85.207,40	1.745.940,60	1.638.650,00	

Copyright © 2014
Todos os direitos reservados.

etangram
simulador empresarial

Início | Simulações | Ambientes | Administração

Sobre a Tangram | Nossa equipe | Política de privacidade | Ajuda | Contato

07:47 05/06/2014

Microsoft Ex...

APENDICE B...

APENDICE A...

Dewey_Tese...

Dewey More...

e tangram

Sistema Co...

B.4. Séries Temporais das Variáveis de Decisão

As variáveis de decisão, para os vinte e quatro ciclos de decisão são apresentadas nas tabelas que se seguem. O conjunto de tabelas B.1 a B.12 contém as séries históricas dos valores: mínimo, médio e máximo; das variáveis: preço, P&D e comunicação integrada; para cada combinação tipo de computador e mercado.

Tabela B.1. Variáveis de decisão da área de marketing – TPo x Curitiba

	Curitiba								
	Tênis Popular								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	80	98	119	0,2	2,7	8,3	2447	5372	8797
2	85	100	114	2,0	2,5	6,2	2080	4871	11531
3	90	96	117	1,3	4,4	7,8	1558	4702	9066
4	80	105	119	1,9	4,5	7,5	1880	4878	8403
5	75	102	113	1,1	3,3	5,5	2191	4548	11294
6	83	98	117	0,7	2,6	8,0	1927	4700	9977
7	87	100	112	1,0	3,4	8,9	2366	4543	10130
8	90	95	114	2,0	2,9	8,9	2025	5572	10987
9	79	104	107	0,1	3,3	7,7	2350	4015	11600
10	75	96	114	0,1	4,1	7,1	1164	4595	9423
11	77	100	108	1,1	3,9	5,2	2410	4162	11494
12	83	95	109	0,8	3,8	8,2	2298	4173	11473
13	81	99	107	1,2	3,2	5,7	1598	5537	9691
14	88	103	120	0,7	4,4	8,2	1310	4520	11887
15	81	105	118	1,7	4,2	5,3	2382	4158	11518
16	78	103	120	0,8	4,0	7,8	2646	4820	11333
17	78	98	118	0,0	3,3	8,5	2621	4287	11343
18	75	104	106	2,0	3,8	8,3	2956	5610	9702
19	82	104	111	0,6	2,5	6,1	1100	4633	8984
20	77	102	108	2,0	3,9	7,1	1331	4778	8028
21	86	100	107	1,5	4,2	6,9	2554	5552	11794
22	84	104	118	1,1	2,5	7,1	2457	4969	11228
23	76	95	113	1,4	3,0	7,4	1872	4947	8019
24	85	104	120	0,8	4,1	7,5	2010	4386	8708

Tabela B.2. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x Curitiba

	Curitiba								
	Tênis Casual								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	95	124	125	1,5	3,6	6,2	2734	5427	9551
2	96	125	127	1,0	4,5	6,4	2780	5268	9764
3	96	124	133	1,3	2,7	8,3	2247	5657	8458
4	97	118	132	0,0	3,8	7,1	2341	5469	10086
5	97	119	129	1,8	4,3	8,0	1349	6000	9971
6	99	115	137	2,0	2,6	6,6	1817	4450	8419
7	94	120	127	0,4	3,4	6,1	2910	4578	8054
8	98	122	140	1,0	2,5	5,9	1148	4714	11407
9	101	122	127	1,0	4,4	7,4	1246	5920	9897
10	95	120	128	0,1	3,5	5,5	2769	5926	8986
11	94	120	126	1,8	4,5	6,2	2306	5810	9186
12	92	123	131	0,4	4,2	8,8	2900	4323	9716
13	93	120	126	0,4	2,7	7,1	1563	5084	10424
14	101	123	125	1,3	2,6	5,3	1837	4030	10732
15	99	115	137	1,8	4,3	6,5	1946	5223	10640
16	104	117	127	0,7	3,8	8,7	1621	4472	11537
17	102	116	133	0,7	3,1	7,5	1327	5072	10254
18	104	124	134	0,7	2,8	5,2	1779	4812	8537
19	100	116	140	1,6	2,7	7,9	2521	4638	9285
20	102	119	138	0,3	3,3	5,0	2649	4489	9391
21	105	119	129	1,4	2,7	7,5	2091	5062	10324
22	93	122	129	1,6	4,5	6,3	1827	5365	10382
23	104	120	125	1,3	3,2	5,2	2948	5180	8158
24	96	118	126	0,8	3,7	8,3	1772	4502	8363

Tabela B.3. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x Curitiba

Curitiba									
Tênis de Corrida									
Mês	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	420	523	572	0,4	3,9	5,5	3005	7071	13171
2	481	577	583	1,4	3,7	7,3	3952	7635	16440
3	460	510	609	0,4	3,6	6,5	2755	7421	13126
4	464	522	605	0,0	3,7	6,3	3001	7056	15493
5	493	517	567	0,3	3,9	6,7	3310	7162	14788
6	438	580	619	0,4	4,0	5,2	3587	7877	16243
7	428	534	555	1,0	3,1	5,0	3470	8151	16599
8	489	515	556	1,9	4,4	7,7	2205	7753	16922
9	400	587	614	1,9	3,5	6,3	2629	7700	15374
10	428	519	612	1,0	2,8	7,7	3254	7463	15250
11	446	540	647	0,1	3,2	7,3	2815	7197	14688
12	468	549	598	1,8	2,5	6,0	2173	7634	14805
13	477	591	571	1,6	2,7	7,1	2030	7650	14227
14	400	568	557	2,0	3,6	6,0	2820	8868	16944
15	429	524	577	1,1	2,7	5,4	3259	7865	15605
16	439	547	638	0,3	3,0	7,6	3884	8722	14599
17	490	582	620	1,3	3,7	7,8	2892	8732	13159
18	483	541	647	0,2	3,6	8,5	3904	7562	16581
19	405	554	630	1,2	3,0	6,5	2529	7718	13056
20	410	560	650	0,9	3,0	8,4	2138	7855	14279
21	440	578	631	1,9	4,3	6,5	2964	8487	15684
22	472	537	566	1,3	3,7	7,4	3904	7844	15989
23	406	505	614	1,3	2,9	5,7	3734	7072	16709
24	432	593	650	1,8	2,5	5,6	3286	7730	16112

Tabela B.4. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x Curitiba

	Curitiba								
	Tênis Fashion								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	193	260	303	0,3	2,9	8,5	3567	7570	13927
2	193	241	289	1,2	4,3	5,3	3363	7602	15141
3	220	257	282	0,3	4,3	7,4	2316	8845	16587
4	190	249	322	1,8	4,3	5,6	3663	8713	15939
5	184	240	297	1,2	3,6	7,4	3060	7256	14543
6	211	212	292	1,8	3,4	8,9	2826	7866	14548
7	200	235	329	2,0	2,9	6,0	2460	7435	13240
8	215	242	317	0,0	3,8	8,3	2458	7840	16432
9	189	210	338	0,1	3,4	6,0	3167	7671	15494
10	219	251	322	0,3	3,0	6,3	2937	7366	14493
11	212	246	332	1,1	2,8	7,0	3445	7950	14634
12	195	234	296	0,4	3,0	6,2	2201	7970	13365
13	194	216	287	1,3	3,0	7,2	2648	8828	16957
14	201	222	338	0,4	3,7	8,9	3628	8039	14567
15	210	216	277	0,1	4,5	6,6	3411	8595	13777
16	190	250	298	0,6	2,7	6,7	2861	8230	13368
17	200	212	274	1,0	3,9	7,8	2584	7140	14077
18	199	242	330	0,1	3,8	7,0	3322	8010	14980
19	189	236	273	1,8	2,6	5,2	2805	8552	13890
20	200	253	300	1,0	4,5	7,9	3284	8931	15541
21	196	215	331	1,0	3,9	7,3	3848	8159	13138
22	186	245	274	0,4	3,1	6,3	2763	7371	14958
23	194	216	295	0,1	2,9	7,3	2253	8575	14318
24	180	252	287	1,3	2,7	5,7	3242	7274	16882

Tabela B.5. Variáveis de decisão da área de marketing – TPO x Florianópolis

	Florianópolis								
	Tênis Popular								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	86	105	111	0,4	3,2	5,3	2974	4868	11742
2	75	103	117	1,4	4,1	8,3	2514	5719	11200
3	81	105	115	0,8	4,1	7,0	2454	4980	9670
4	86	99	106	1,9	3,5	6,0	2040	5555	9237
5	82	98	109	0,1	2,9	5,1	2871	4435	9168
6	82	95	114	1,2	3,4	5,7	1500	5979	10420
7	90	97	120	1,6	4,0	6,9	1388	5033	10550
8	79	99	118	1,0	2,6	8,1	2673	5380	9450
9	89	99	116	0,5	3,8	6,5	2093	5051	8930
10	89	104	105	1,5	3,0	5,7	1170	4247	10923
11	85	95	111	1,1	4,4	6,5	2105	5720	8027
12	80	95	109	0,2	2,7	8,9	1286	5043	11097
13	76	95	109	1,7	4,0	6,3	1853	5310	9050
14	77	98	109	0,3	4,2	7,6	2335	5043	9395
15	83	99	119	1,1	3,2	8,3	2087	4375	10696
16	80	99	105	0,5	3,8	5,3	1823	4595	10386
17	82	99	107	0,3	4,5	7,2	2707	4972	11057
18	85	99	110	2,0	2,5	8,7	2825	4328	9708
19	89	95	118	1,4	3,0	8,3	1422	4190	8907
20	88	104	114	1,3	2,8	5,3	2555	5312	9863
21	82	99	108	0,3	2,8	5,3	2487	5125	8223
22	84	105	112	0,2	2,8	8,6	1573	5082	8080
23	78	100	105	1,9	3,1	8,2	2194	5245	11812
24	75	104	116	0,6	3,5	8,8	2441	4262	8750

Tabela B.6. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x Florianópolis

	Florianópolis								
	Tênis Casual								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	101	122	130	0,1	3,4	6,0	2132	5496	9478
2	90	120	130	1,4	3,5	6,9	1205	5225	8396
3	90	121	135	1,5	2,6	7,5	1515	4504	8466
4	92	121	140	0,1	3,8	5,7	1309	5502	10154
5	91	118	126	0,1	4,5	7,7	1110	5289	9739
6	103	117	126	0,9	2,9	6,7	1918	5942	8674
7	103	116	128	0,1	3,6	7,9	2274	5241	10455
8	104	116	131	0,6	4,5	8,4	2302	5275	8514
9	102	121	129	1,3	4,1	8,3	1116	4111	8833
10	98	122	132	0,8	2,7	7,1	2642	4448	9327
11	93	123	127	1,9	3,9	8,4	1739	5703	9048
12	96	116	137	1,6	2,5	8,8	2901	4190	9533
13	105	120	127	0,4	3,4	7,5	2805	5375	11361
14	94	119	140	1,2	2,7	5,8	1136	5483	9653
15	90	115	138	0,2	2,7	7,1	2451	4031	11776
16	91	120	140	0,9	4,5	7,3	1268	5956	9528
17	103	115	140	2,0	4,1	6,2	1183	5643	10499
18	92	124	133	0,1	4,3	6,4	2120	4554	11029
19	91	119	140	1,5	3,0	6,7	1241	4443	9537
20	96	117	138	0,0	3,7	7,5	1288	5888	9561
21	96	119	136	1,9	4,5	5,7	2530	5470	11224
22	92	121	134	1,6	4,0	6,9	1658	5996	10589
23	102	117	137	0,8	4,3	5,9	1031	4541	9469
24	90	122	134	1,4	2,6	7,4	1751	4620	10213

Tabela B.7. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x Florianópolis

	Florianópolis								
	Tênis de Corrida								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	448	542	596	1,9	4,0	8,6	2555	7375	14071
2	457	560	562	1,2	3,5	7,3	3427	8448	14139
3	470	513	574	1,1	2,8	5,6	2980	8782	16475
4	413	533	602	1,4	3,2	8,5	2982	7763	16281
5	476	593	601	0,6	4,1	8,6	3936	7385	15689
6	433	587	582	0,4	3,3	6,5	2184	7137	14198
7	466	523	559	1,2	3,1	6,3	3309	7356	13643
8	485	569	584	1,1	3,0	5,4	2418	7158	14855
9	406	562	582	0,3	2,5	6,2	3085	8888	13107
10	455	594	564	0,5	3,2	6,1	2937	7364	16848
11	463	577	637	0,7	3,3	7,8	2973	8560	15413
12	423	513	634	0,6	3,8	7,4	2955	8723	16672
13	489	555	556	0,4	4,2	5,1	3555	8821	13202
14	415	533	605	1,1	3,4	5,2	2310	8163	13015
15	467	585	649	1,7	4,0	6,6	2103	8213	16501
16	440	543	622	0,6	2,9	8,6	2827	8197	16278
17	410	578	644	1,5	2,9	8,6	3854	7729	16418
18	445	569	581	1,3	4,3	8,1	2147	8716	15998
19	473	542	585	1,6	3,1	6,1	2748	7496	14157
20	439	588	595	1,2	3,1	8,9	2559	7181	15234
21	470	523	614	1,5	2,9	8,5	2929	8230	13028
22	489	531	591	0,3	4,5	7,5	2861	7623	14968
23	429	564	627	0,3	2,7	6,1	2107	7522	16476
24	481	512	598	0,0	3,5	5,6	2870	7637	14423

Tabela B.8. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x Florianópolis

	Florianópolis								
	Tênis Fashion								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	184	214	293	1,2	3,2	5,7	2104	7410	13984
2	213	222	301	1,0	4,2	7,9	2003	8971	13925
3	213	217	316	1,4	3,6	5,6	3546	8238	14792
4	191	251	295	0,4	4,1	8,9	2042	7326	16294
5	181	210	285	0,3	3,4	7,9	3812	8383	14866
6	203	220	278	0,3	4,3	6,5	2475	7618	16478
7	202	235	314	1,3	2,7	6,1	2058	7422	16164
8	197	250	324	0,8	2,8	8,5	3952	8037	16889
9	189	252	278	1,2	3,5	6,5	2334	7905	13266
10	212	219	325	0,4	2,9	8,1	3253	8788	13650
11	188	215	321	1,7	2,9	8,5	3302	8751	16099
12	206	247	274	1,9	4,5	8,1	3921	8533	15753
13	217	214	338	0,6	3,2	8,4	2304	8554	13626
14	213	216	315	0,6	4,2	6,5	3667	7749	15928
15	199	253	300	0,7	3,9	8,8	2677	8808	13940
16	204	258	327	0,7	2,9	5,8	3088	8497	14817
17	213	256	313	1,3	3,7	7,4	2755	8080	15770
18	204	226	275	0,9	2,6	5,9	3481	7465	14583
19	187	229	325	1,0	3,4	5,8	2860	8661	16717
20	220	256	316	1,7	3,6	9,0	2635	8403	15425
21	213	258	288	1,1	2,8	5,1	3001	7483	16226
22	215	235	306	0,9	3,1	8,8	2484	7515	16720
23	183	255	323	0,8	4,0	7,3	2707	7919	13567
24	183	215	342	1,2	2,6	5,9	3237	8516	16581

Tabela B.9. Variáveis de decisão da área de marketing – TPo x São Paulo

	São Paulo								
	Tênis Popular								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	77	101	116	0,6	3,4	7,3	1959	4095	11327
2	87	105	111	2,0	4,5	6,5	1478	5491	9115
3	84	96	114	1,2	3,2	5,7	1138	5934	10049
4	79	104	119	0,5	3,1	8,2	2210	4540	11722
5	84	104	107	0,2	3,8	5,0	1122	5554	10433
6	89	97	109	0,6	4,2	8,6	1631	5478	10669
7	79	103	117	0,6	3,4	7,1	1423	5681	8999
8	75	97	109	1,5	3,9	5,6	1002	4787	10694
9	90	100	107	1,1	2,9	5,5	1405	5093	8559
10	86	103	118	0,7	4,0	6,2	2628	4548	9342
11	81	102	109	0,0	4,2	7,9	1756	5431	9338
12	90	102	105	1,5	4,3	6,2	1772	4033	10797
13	85	103	119	0,0	4,3	8,4	1925	5055	9113
14	90	98	106	1,0	3,1	6,4	2430	5525	10031
15	84	97	120	1,1	4,1	5,0	1349	4114	9960
16	84	99	111	0,1	2,7	5,0	2697	4287	8936
17	80	102	106	1,9	4,4	7,6	2522	4171	9793
18	75	99	105	0,1	3,8	8,0	1417	4226	9656
19	87	96	116	1,5	4,4	8,7	1793	4227	11283
20	85	96	106	1,2	3,9	8,8	2457	5195	8071
21	82	96	110	0,6	3,1	8,4	2063	5652	10793
22	79	100	108	1,4	4,0	8,9	2268	4979	10779
23	84	102	116	0,3	2,6	7,5	2354	5539	9717
24	83	97	120	0,8	2,7	8,6	2556	5998	10244

Tabela B.10. Variáveis de decisão da área de marketing – TCa x São Paulo

São Paulo									
Tênis Casual									
Mês	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	98	122	134	0,9	4,1	6,2	1379	5609	8914
2	92	125	131	0,7	3,7	8,5	2143	5568	10637
3	93	124	132	1,3	4,2	6,3	2628	5430	8738
4	100	117	126	0,8	3,8	5,7	1318	4606	11678
5	90	125	135	1,9	2,7	8,3	1692	4709	11729
6	102	124	138	0,2	4,5	8,0	2650	4788	9560
7	91	119	139	1,8	4,1	5,1	2523	4102	8986
8	100	120	138	0,3	2,8	8,7	1520	5865	10208
9	90	116	127	2,0	3,3	5,7	2152	4872	8210
10	91	121	137	0,6	2,9	7,0	1880	5689	9018
11	97	125	132	1,3	2,9	5,3	1789	5308	9363
12	95	123	131	1,9	4,3	8,7	1260	4659	10392
13	93	120	139	1,5	3,0	5,5	2017	4792	8399
14	100	118	131	1,0	3,9	5,7	1472	4555	8209
15	92	115	138	0,1	3,3	5,8	1366	4811	10413
16	97	123	125	0,4	4,4	5,9	1600	4853	8777
17	100	121	136	1,4	2,5	5,5	2690	5919	8670
18	104	122	131	1,9	3,1	8,9	2539	5224	9082
19	92	117	125	0,1	3,2	8,4	1279	4054	8794
20	103	118	125	1,7	2,6	7,2	2474	5772	11549
21	94	122	127	0,7	3,9	7,9	1103	5072	10629
22	103	119	131	0,8	2,7	9,0	1611	4465	8155
23	100	125	134	1,1	2,6	8,4	2956	5027	9711
24	95	124	125	0,2	2,7	7,0	2169	5344	8958

Tabela B.11. Variáveis de decisão da área de marketing – TCo x São Paulo

São Paulo									
Tênis de Corrida									
Mês	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	491	527	606	1,0	2,6	5,1	2675	8992	14763
2	407	519	600	0,2	3,9	6,5	2688	7813	14168
3	461	572	645	2,0	2,7	6,5	3730	8372	16173
4	458	527	646	0,8	3,7	7,5	3034	8583	14089
5	409	567	591	1,0	3,2	5,5	3232	7102	15852
6	406	600	565	0,3	3,4	8,2	3242	8533	15164
7	442	503	618	0,6	4,4	7,7	2903	7265	13370
8	459	560	612	0,4	3,6	8,1	2232	7079	13680
9	432	576	621	0,1	4,2	5,9	3040	8739	14103
10	484	548	580	0,2	4,4	6,2	2953	7403	13257
11	471	563	629	0,6	2,8	8,3	2003	7798	16174
12	464	544	645	1,5	3,8	8,8	2606	7940	15274
13	475	516	578	1,8	4,2	8,0	2115	8446	15456
14	493	558	562	1,4	4,3	7,2	2557	8839	14673
15	404	597	645	0,2	4,5	6,3	3158	8625	13387
16	434	505	649	1,0	4,1	5,7	3065	7638	16627
17	421	545	579	0,3	2,7	8,1	3271	8136	13938
18	452	515	585	1,6	3,3	7,4	2553	8048	16625
19	491	566	622	1,3	4,4	8,1	2446	8113	15968
20	422	566	583	1,1	3,9	6,9	2648	8128	14728
21	489	576	593	0,3	3,7	6,0	3758	7886	14912
22	430	561	618	2,0	2,8	8,7	2088	7597	15381
23	410	580	556	1,4	4,3	5,1	3331	7335	14770
24	400	591	613	0,6	3,8	8,5	2403	7633	16875

Tabela B.12. Variáveis de decisão da área de marketing – TFa x São Paulo

	São Paulo								
	Tênis Fashion								
	Preço			P&D (%)			Comunicação Integrada		
Mês	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	184	247	332	0,2	4,0	6,2	3185	7940	16732
2	220	242	310	0,7	4,0	6,7	2278	8579	13695
3	207	224	347	1,2	4,0	7,6	2280	8609	13367
4	185	213	335	0,6	4,5	5,9	2235	8706	14643
5	187	219	308	0,1	4,2	5,3	3562	7106	14549
6	219	248	274	1,2	3,8	6,7	2320	7792	13029
7	202	237	284	1,7	2,8	8,2	2582	7875	14509
8	201	211	349	1,5	4,0	5,7	2092	7797	16573
9	194	235	284	1,1	3,2	5,8	2863	8185	14391
10	207	254	314	1,8	3,2	7,1	2748	7235	14198
11	186	233	324	1,2	3,7	9,0	2075	7682	16962
12	217	235	307	0,1	4,1	6,7	3463	7129	14544
13	193	245	295	1,3	2,7	7,9	3757	8459	15227
14	206	226	325	1,5	4,0	8,2	3172	7442	15462
15	188	243	277	0,4	2,5	7,8	3286	8807	14774
16	189	236	350	0,0	3,7	6,1	2401	7595	16940
17	204	247	333	0,5	3,3	8,2	2039	7166	15138
18	195	242	344	0,4	3,9	8,2	2592	7733	15393
19	208	213	325	0,1	4,3	6,6	2545	8926	14334
20	208	260	328	0,2	3,8	8,5	3862	8436	15917
21	189	256	320	0,7	2,9	8,9	3661	7614	14134
22	191	246	317	1,2	3,3	5,5	3069	8863	13949
23	192	221	319	1,9	3,5	6,7	2022	7384	16931
24	190	216	306	0,8	2,8	6,2	3304	7654	14391

Na sequência, é apresentada a tabela B.13, com os dados das séries históricas que representam as políticas de recursos humanos adotadas pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; das variáveis de decisão: salário, percentual de treinamento e percentual de participação nos lucros.

Tabela B.13. Variáveis de decisão da área de RH

Mês	Decisões de Recursos Humanos								
	Salário			Treinamento			Participação nos Lucros		
	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior	Menor	Médio	Maior
1	1.250	1.250	1.250	5,0	8,0	20,0	1,0	2,0	10,0
2	1.250	1.252	1.270	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	10,0
3	1.250	1.253	1.300	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	10,0
4	1.250	1.255	1.300	5,0	8,0	20,0	0,5	2,0	9,0
5	1.250	1.255	1.300	5,0	9,0	20,0	0,4	1,9	9,0
6	1.250	1.255	1.300	5,0	11,0	20,0	0,3	1,9	8,0
7	1.250	1.255	1.300	5,0	13,0	25,0	0,2	1,9	8,0
8	1.250	1.255	1.300	5,0	13,5	25,0	0,5	1,9	7,0
9	1.250	1.255	1.300	5,0	13,5	25,0	0,7	1,9	7,0
10	1.250	1.255	1.300	5,0	14,0	25,0	0,8	1,9	6,0
11	1.250	1.255	1.300	5,0	14,0	25,0	0,5	1,8	6,0
12	1.250	1.255	1.300	5,0	14,5	25,0	0,3	1,8	6,0
13	1.250	1.269	1.350	5,0	14,5	25,0	0,7	1,8	5,0
14	1.250	1.269	1.350	5,0	14,5	25,0	0,8	1,8	5,0
15	1.250	1.269	1.350	5,0	15,0	25,0	1,0	1,8	5,0
16	1.250	1.269	1.350	5,0	15,0	25,0	1,0	1,7	5,0
17	1.250	1.269	1.350	5,0	15,0	25,0	0,5	1,7	4,0
18	1.250	1.270	1.350	5,0	15,5	25,0	0,3	1,7	4,0
19	1.250	1.271	1.350	5,0	16,0	25,0	0,3	1,6	4,0
20	1.250	1.271	1.350	5,0	16,0	25,0	0,3	1,6	4,0
21	1.250	1.273	1.380	5,0	16,5	25,0	0,3	1,5	3,0
22	1.250	1.275	1.380	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0
23	1.250	1.275	1.380	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0
24	1.250	1.275	1.380	5,0	17,0	25,0	0,3	1,5	3,0

Na tabela B.14, estão os dados das séries históricas que representam as estratégias de produção adotadas pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; da variável de decisão: capacidade de produção, bem como os valores da capacidade de produção de todas as empresas competidoras.

Tabela B.14. Variáveis de decisão da área de produção

Mês	Decisões de Produção			Capacidade Total
	Capacidade			
	Menor	Médio	Maior	
1	1.000	1.000	1.000	6.000
2	1.000	1.000	1.000	6.000
3	1.000	1.000	1.000	6.000
4	1.000	1.000	1.000	6.000
5	1.000	1.000	1.000	6.000
6	1.000	1.100	1.500	6.500
7	1.000	1.100	1.500	6.500
8	1.000	1.100	1.500	6.500
9	1.000	1.100	1.500	6.500
10	1.000	1.100	1.500	6.500
11	1.000	1.100	1.500	6.500
12	1.000	1.100	1.500	6.500
13	1.000	1.100	1.500	6.500
14	1.000	1.100	1.500	6.500
15	1.000	1.200	2.000	7.000
16	1.000	1.200	2.000	7.000
17	1.000	1.200	2.000	7.000
18	1.000	1.200	2.000	7.000
19	1.000	1.200	2.000	7.000
20	1.000	1.200	2.000	7.000
21	1.000	1.200	2.000	7.000
22	1.000	1.200	2.000	7.000
23	1.000	1.200	2.000	7.000
24	1.000	1.200	2.000	7.000

Na tabela B.15, estão os dados das séries históricas que representam os resultados financeiros alcançados pelas empresas concorrentes. Nela estão os valores: mínimo, médio e máximo; da variável de decisão: rentabilidade do patrimônio líquido (relação entre o lucro líquido e o patrimônio líquido), bem como os valores da taxa de juros do mercado.

Tabela B.15. Variáveis de resultado financeiro

	Decisões de Finanças			Taxa de Juros
	(LL) / (PL)			
Mês	Menor	Médio	Maior	
1	0,0	0,0	0,0	3
2	0,0	2,5	5,9	3
3	0,0	3,2	7,4	3
4	0,0	4,6	10,8	3
5	0,0	6,7	15,7	3
6	0,0	6,2	14,4	3
7	0,0	6,0	13,9	3
8	0,0	5,6	13,1	3
9	0,0	5,4	12,6	3
10	0,0	6,7	15,7	3
11	0,0	5,3	12,3	3
12	0,0	5,1	11,8	3
13	0,0	4,0	9,4	3
14	0,0	4,3	10,1	3
15	0,0	4,6	10,7	3
16	0,0	5,4	12,7	3
17	0,0	6,0	13,9	3
18	0,0	6,1	14,2	3
19	0,0	6,4	14,9	3
20	0,0	5,8	13,5	3
21	0,0	6,4	15,0	3
22	0,0	7,3	17,0	3
23	0,0	6,0	14,0	3
24	0,0	5,1	12,0	3

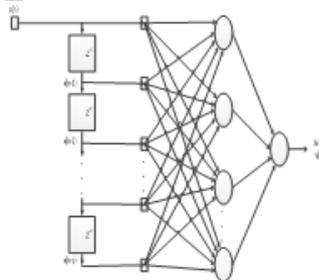
B.5. Sócrates – Perfil Gerencial I

A tomada de decisões de Sócrates, também, é desenvolvida segundo o seguinte fluxo descrito na seção 3.3. Os quadros que se seguem, apresentam os valores numéricos que fundamentam as decisões d o Perfil Gerencial I.

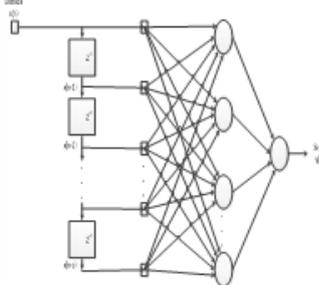
O quadro B.1 apresenta o Subsistema de Vigilância Ambiental na área de *Marketing*.

Quadro B.1 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing

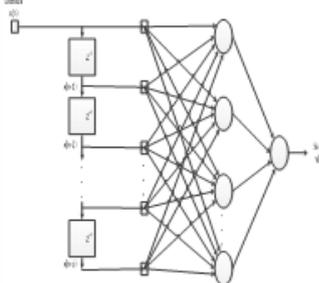
a. tênis popular no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo					rede TDNN	(t+1)
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)	(t+1)		
Preço (u.m.)	Maior	100	105	110	107		106	
	Médio	90	95	97	94		94	
	Menor	85	90	80	85		85	
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.000	2.500	2.500		2.250	
	Médio	950	1.300	1.250	1.400		1.225	
	Menor	0	0	0	0		0	

b. tênis casual no mercado de Curitiba

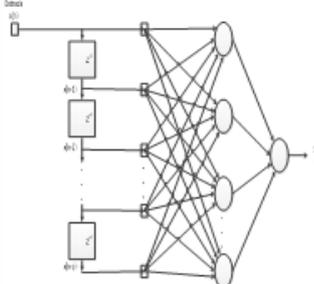
Curitiba		variação no tempo					rede TDNN	(t+1)
Tênis Causal		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)	(t+1)		
Preço (u.m.)	Maior	135	140	132	120		132	
	Médio	112	117	124	113		117	
	Menor	100	105	110	107		106	
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50	
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73	
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500	
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325	
	Menor	0	0	0	0		0	

c. tênis de corrida no mercado de Curitiba

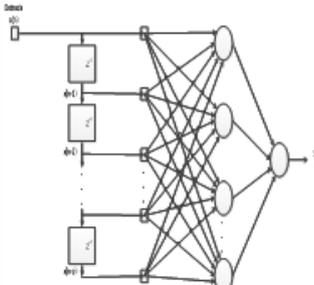
Curitiba		variação no tempo					rede TDNN	(t+1)
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)	(t+1)		
Preço (u.m.)	Maior	540	520	500	515		519	
	Médio	510	490	480	495		494	
	Menor	460	480	470	475		471	
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50	
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08	
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	
Com. Int. (u.m.)	Maior	10.000	7.500	5.000	7.500		7.500	
	Médio	7.500	5.700	4.300	5.200		5.675	
	Menor	5.000	4.000	4.000	3.000		4.000	

Quadro B.1 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing (cont.)

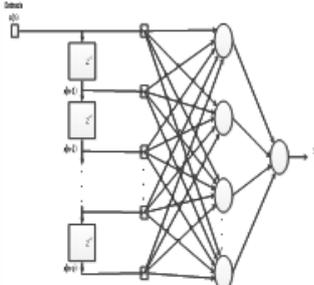
d. tênis fashion no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	240	230	240	235		236
	Médio	210	205	220	217		213
	Menor	190	170	185	190		184
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

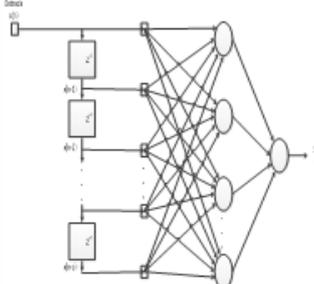
e. tênis popular no mercado de Florianópolis

Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	105	110	115	112		111
	Médio	94	99	101	98		98
	Menor	88	93	87	88		89
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	10.000	7.500	5.000	7.500		7.500
	Médio	7.500	5.700	4.300	5.200		5.675
	Menor	5.000	4.000	4.000	3.000		4.000

f. tênis casual no mercado de Florianópolis

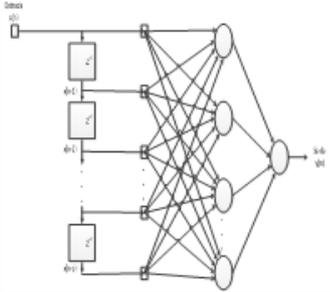
Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Casual		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	137	142	135	127		135
	Médio	123	121	124	118		122
	Menor	100	105	110	107		106
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325
	Menor	0	0	0	0		0

g. tênis de corrida no mercado de Florianópolis

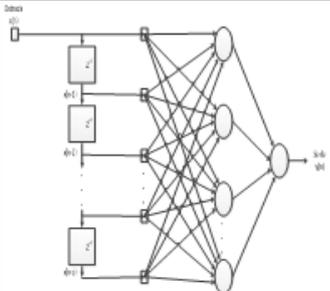
Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	545	530	510	520		526
	Médio	513	497	491	496		499
	Menor	470	485	475	480		478
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

Quadro B.1 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing (cont.)

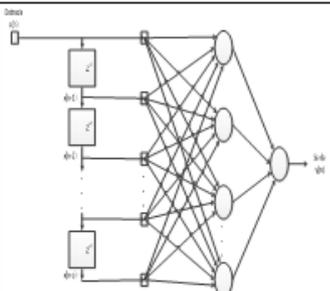
h. tênis fashion no mercado de Florianópolis

Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	241	237	242	234		239
	Médio	212	207	223	219		215
	Menor	195	174	191	195		189
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

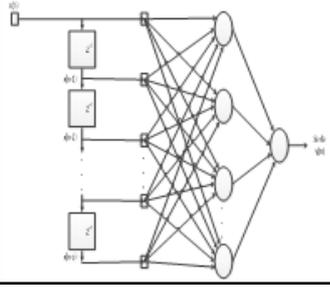
i. tênis popular no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	115	120	130	127		123
	Médio	107	112	114	111		111
	Menor	105	110	100	105		105
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

j. tênis casual no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Casual		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	143	153	147	135		145
	Médio	119	132	127	121		125
	Menor	105	110	115	116		112
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325
	Menor	0	0	0	0		0

k. tênis de corrida no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	540	520	500	515		519
	Médio	515	502	492	507		504
	Menor	470	490	485	490		484
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

Quadro B.1 – Resultados do S.V.A. na área de Marketing (cont.)

I. tênis fashion no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)		
Preço (u.m.)	Maior	250	240	250	245		246
	Médio	221	213	220	227		220
	Menor	200	190	195	205		198
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250

Os resultados da última coluna do quadro B.1 são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os preços, os percentuais de P&D e os gastos com comunicação integrada para cada produto, em cada um dos mercados possíveis de comercializá-los. Valores apresentados no quadro B.2.

Quadro B.2 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Marketing

a. tênis popular no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	100	105	110	107		106	20%	93	Preço
	Médio	90	95	97	94		94	47%		
	Menor	85	90	80	85		85	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.000	2.500	2.500		2.250	69%	1.840	Comunicação
	Médio	950	1.300	1.250	1.400		1.225	23%		
	Menor	0	0	0	0		0	8%		

b. tênis casual no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Causal		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	135	140	132	120		132	20%	116	Preço
	Médio	112	117	124	113		117	47%		
	Menor	100	105	110	107		106	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50	9%	1,33	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500	69%	2.037	Comunicação
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325	23%		
	Menor	0	0	0	0		0	8%		

Quadro B.2 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Marketing (cont.)

c. tênis de corrida no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	540	520	500	515		519	20%	491	Preço
	Médio	510	490	480	495		494	47%		
	Menor	460	480	470	475		471	33%		
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50	9%	1,6	P&D
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	10.000	7.500	5.000	7.500		7.500	69%	6.810	Comunicação
	Médio	7.500	5.700	4.300	5.200		5.675	23%		
	Menor	5.000	4.000	4.000	3.000		4.000	8%		

d. tênis fasion no mercado de Curitiba

Curitiba		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	240	230	240	235		236	20%	208	Preço
	Médio	210	205	220	217		213	47%		
	Menor	190	170	185	190		184	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

e. tênis popular no mercado de Florianópolis

Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	105	110	115	112		111	20%	98	Preço
	Médio	94	99	101	98		98	47%		
	Menor	88	93	87	88		89	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	10.000	7.500	5.000	7.500		7.500	69%	6.810	Comunicação
	Médio	7.500	5.700	4.300	5.200		5.675	23%		
	Menor	5.000	4.000	4.000	3.000		4.000	8%		

f. tênis casual no mercado de Florianópolis

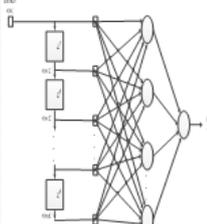
Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Casual		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	137	142	135	127		135	20%	119	Preço
	Médio	123	121	124	118		122	47%		
	Menor	100	105	110	107		106	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50	9%	1,3	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500	69%	2.037	Comunicação
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325	23%		
	Menor	0	0	0	0		0	8%		

g. tênis de corrida no mercado de Florianópolis

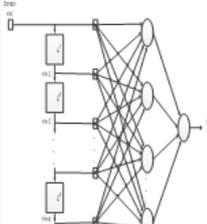
Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	545	530	510	520		526	20%	497	Preço
	Médio	513	497	491	496		499	47%		
	Menor	470	485	475	480		478	33%		
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50	9%	1,6	P&D
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

Quadro B.2 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Marketing (cont.)

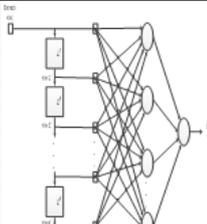
h. tênis fashion no mercado de Florianópolis

Florianópolis		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	241	237	242	234		239	20%	211	Preço
	Médio	212	207	223	219		215	47%		
	Menor	195	174	191	195		189	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

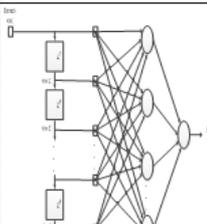
i. tênis popular no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Popular		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	115	120	130	127		123	20%	111	Preço
	Médio	107	112	114	111		111	47%		
	Menor	105	110	100	105		105	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

j. tênis casual no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Casual		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	143	153	147	135		145	20%	124	Preço
	Médio	119	132	127	121		125	47%		
	Menor	105	110	115	116		112	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	2,5		2,50	9%	1,3	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	1,7		1,73	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	2.000	2.500	3.000	2.500		2.500	69%	2.037	Comunicação
	Médio	1.200	1.350	1.500	1.250		1.325	23%		
	Menor	0	0	0	0		0	8%		

k. tênis de corrida no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis de Corrida		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	540	520	500	515		519	20%	500	Preço
	Médio	515	502	492	507		504	47%		
	Menor	470	490	485	490		484	33%		
P&D (%)	Maior	3,0	3,5	4,0	3,5		3,50	9%	1,6	P&D
	Médio	1,7	2,0	2,5	2,1		2,08	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

Quadro B.2 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Marketing (cont.)

I. tênis fashion no mercado de São Paulo

São Paulo		variação no tempo				rede TDNN	(t+1)			
Tênis Fashion		(t-3)	(t-2)	(t-1)	(t)					
Preço (u.m.)	Maior	250	240	250	245		246	20%	218	Preço
	Médio	221	213	220	227		220	47%		
	Menor	200	190	195	205		198	33%		
P&D (%)	Maior	2,0	3,0	2,5	3,5		2,75	9%	1,4	P&D
	Médio	1,5	1,8	1,9	2,1		1,83	64%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	27%		
Com. Int. (u.m.)	Maior	11.500	9.700	10.900	12.100		11.050	69%	9.921	Comunicação
	Médio	7.500	8.000	8.700	9.500		8.425	23%		
	Menor	5.000	5.000	4.000	3.000		4.250	8%		

Agora, as decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de *Marketing*, para que sejam previstas as demandas de cada produto em cada um dos mercados. Estas demandas são apresentadas no quadro B.3.

Quadro B.3 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing

a. tênis popular no mercado de Curitiba

93	Preço			
1,4	P&D		128	Demanda
1.840	Comunicação			

b. tênis casual no mercado de Curitiba

116	Preço			
1,33	P&D		164	Demanda
2.037	Comunicação			

Quadro B.3 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)

c. tênis de corrida no mercado de Curitiba

491	Preço			
1,6	P&D		254	Demanda
6.810	Comunicação			

d. tênis fashion no mercado de Curitiba

208	Preço			
1,4	P&D		319	Demanda
9.921	Comunicação			

e. tênis popular no mercado de Florianópolis

98	Preço			
1,4	P&D		184	Demanda
6.810	Comunicação			

f. tênis casual no mercado de Florianópolis

119	Preço			
1,3	P&D		162	Demanda
2.037	Comunicação			

Quadro B.3 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)
g. tênis de corrida no mercado de Florianópolis

497	Preço			
1,6	P&D		274	Demanda
9.921	Comunicação			

h. tênis fashion no mercado de Florianópolis

211	Preço			
1,4	P&D		308	Demanda
9.921	Comunicação			

i. tênis popular no mercado de São Paulo

111	Preço			
1,4	P&D		152	Demanda
9.921	Comunicação			

j. tênis casual no mercado de São Paulo

124	Preço			
1,3	P&D		145	Demanda
2.037	Comunicação			

Quadro B.3 – Demandas previstas pelo S.I.R. da área de Marketing (cont.)

k. tênis de corrida no mercado de São Paulo

500	Preço			
1,6	P&D			
9.921	Comunicação			
			274	Demanda

l. tênis fashion no mercado de São Paulo

218	Preço			
1,4	P&D			
9.921	Comunicação			
			288	Demanda

Os resultados do Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de Recursos Humanos é apresentando no quadro B.4.

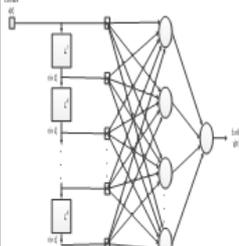
Quadro B.4 – Resultados do S.V.A. na área de RH

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1
		-3	-2	-1	0		
Salário (unidades monetárias)	Maior	1.350	1.360	1.375	1.380		1.366
	Médio	1.275	1.280	1.290	1.310		1.289
	Menor	1.250	1.250	1.250	1.250		1.250
Participação (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,63
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,95
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00
Treinamento (%)	Maior	15,0	12,0	16,0	18,0		15,25
	Médio	7,0	6,0	7,0	2,1		5,53
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00

Os resultados da última coluna do quadro B.4 são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, ficam definidos os salários, a participação e

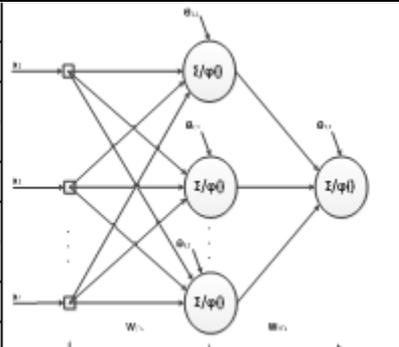
o treinamento que deverá ser adotado pela empresa. O quadro B.5 apresenta estes valores.

Quadro B.5 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de RH

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1			
		-3	-2	-1	0					
Salário (unidades monetárias)	Maior	1.350	1.360	1.375	1.380		1.366	69%	1.339	Salário
	Médio	1.275	1.280	1.290	1.310		1.289	23%		
	Menor	1.250	1.250	1.250	1.250		1.250	8%		
Participação (%)	Maior	3,0	4,0	3,5	4,0		3,63	8%	0,73	Participação
	Médio	2,0	1,8	1,9	2,1		1,95	23%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	69%		
Treinamento (%)	Maior	15,0	12,0	16,0	18,0		15,25	11%	3,54	Treinamento
	Médio	7,0	6,0	7,0	2,1		5,53	33%		
	Menor	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	56%		

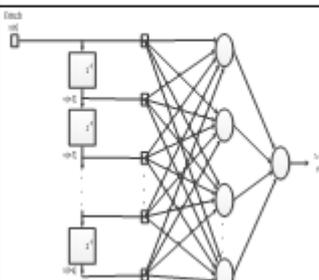
Agora, decisões de Sócrates são tratadas pelo Sistema Integrado de Regras da área de Recursos Humanos, para que seja previsto o índice de produtividade dos empregados da empresa. Este índice de produtividade esperado é apresentado no quadro B.6.

Quadro B.6 – Produtividade prevista pelo SI.R. da área de RH

1.339	Salário			
0,73	Participação			
3,54	Treinamento			
			1,02	Produtividade

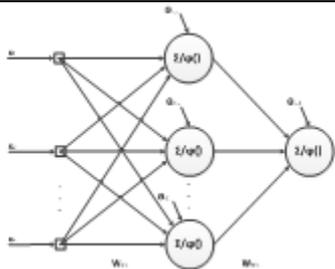
Os resultados do Subsistema de Vigilância Ambiental para a área de Produção são apresentados no quadro B.7.

Quadro B.7 – Resultados do S.V.A. na área de Produção

Concorrentes		variação no tempo				rede TDNN	1
		-3	-2	-1	0		
Capacidade de Produção (unidades)	Maior	2.000	2.000	2.000	2.000		2.000
	Média	1.200	1.200	1.200	1.200		1.200
	Menor	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
	Total	10.000	10.000	10.000	10.000		10.000

Os resultados, da última coluna do quadro B.7, são ponderados segundo os pesos definidos no quadro 4.2 da seção 4.2.1 (que caracteriza o Perfil I de Sócrates). Como resultado desta etapa, fica definida a capacidade de produção a ser considerada pela empresa. O quadro B.8 apresenta este valor.

Quadro B.8 – Influência do Perfil Gerencial I nas decisões de Produção

1.154	Capacidade			
2.653	Demanda			2.653
2.000	Capac. Atual			

Finalmente, os dados, oriundos do Sistema de Vigilância Ambiental e do Sistema Integrado de Regras, são organizados no modelo de Programação Linear, e estão apresentados no quadro B.9.

B.6. Sócrates – Perfil Gerencial II

A tomada de decisões de Sócrates, tal quais as três situações anteriores, é desenvolvida segundo o seguinte fluxo descrito na seção 3.3.

Os dados, oriundos do Sistema de Vigilância Ambiental e do Sistema Integrado de Regras, são organizados no modelo de Programação Linear, e estão apresentados no quadro B.10.

Quadro B.10 – Dados dos diversos subsistemas para o agente de otimização

Tipo de Produto →	Tênis Popular				Tênis Casual				Tênis de Corrida				Tênis Fashion			
	Curitiba	Florianópolis	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	São Paulo	
Produção e de Vendas vigentes →	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Preços definidos por Sócrates →	89	93	108	110	111	117	480	486	491	195	199	207	195	199	207	
Gasto com P&D definidos por Sócrates →	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%	1,3%	1,6%	1,6%	1,6%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	
Gasto com Comunicação Integrada definidos por Sócrates →	1.840	6.810	9.921	2.037	2.037	2.037	6.810	9.921	9.921	9.921	9.921	9.921	9.921	9.921	9.921	
Salário dos empregados definido por Sócrates →	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	
Treinamento definido por Sócrates →	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	11,83	
Participação nos Lucros definida por Sócrates →	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
Área de Produção																
Gastos com Fornecedores de Componentes →	30	30	30	40	40	40	150	150	150	150	150	90	90	90	90	
Gastos com Manutenção →	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Área de Marketing																
Gastos com Comunicação Integrada por Produto →	18,40	68,10	99,21	20,37	20,37	20,37	68,10	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	
Gastos com Fornecedores de Logística de Distribuição →	10,00	20,00	30,00	10,00	20,00	30,00	10,00	20,00	30,00	10,00	20,00	10,00	20,00	30,00	30,00	
Gastos com P&D por produto →	1,25	1,31	1,52	1,46	1,48	1,55	7,87	7,97	8,05	2,75	2,80	2,91	2,75	2,80	2,91	
Área de Recursos Humanos																
Salário Produção por Produto (custo unitário) →	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	25,36	
Treinamento por Produto (custo unitário) →	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
Participação nos Lucros por Produto (custo unitário) →	-0,05	-0,45	-0,64	0,02	-0,04	-0,08	1,51	1,26	1,22	-0,31	-0,35	-0,37	-0,31	-0,35	-0,37	
Gastos TotaisUnitários (custos + despesas unitárias) →	95,21	154,96	196,29	107,38	117,40	127,47	271,52	312,73	322,81	237,51	247,57	257,68	237,51	247,57	257,68	
Modelo de Programação Linear																
Lucros Unitários (coeficientes da função objetivo) →	-6,51	-61,78	-87,88	2,66	-5,87	-10,30	207,07	172,28	167,08	-42,66	-48,52	-50,81	-42,66	-48,52	-50,81	
Lucros Unitários - Gasto de Estocagem (coeficientes da função objetivo) →	-6,51	-61,78	-87,88	2,66	-5,87	-10,30	207,07	172,28	167,08	-42,66	-48,52	-50,81	-42,66	-48,52	-50,81	
Programação de Produção e de Vendas no tempo (n+1) →	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X31	X32	X33	X31	X32	X33	X31	X32	X33	
Programação de Vendas dos Estoques no tempo (n+1) →	e11	e12	e13	e21	e22	e23	e31	e32	e33	e31	e32	e33	e31	e32	e33	
Lucro total (função objetivo) no tempo (n+1) →	157.893,22															
Capacidade de Produção (Definida por Sócrates) →	3.145															
Disponibilidade de Produtos por Região →	0	0	0	197	0	0	276	298	293	0	0	0	0	0	0	
Demanda por Produto e por Região (Estimada por Sócrates) →	155	224	174	197	204	180	276	298	293	399	379	348	399	379	348	
Venda Prioritária de Estoques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Limitação de Estoque por Produto →	0															