

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Suelene de Jesus do Carmo Corrêa

MODELO NEURO-FUZZY ADAPTATIVO PARA AVALIAÇÃO DE
COMPETITIVIDADE DE CADEIAS PRODUTIVAS: UM ESTUDO DA CADEIA
PRODUTIVA DE FRANGO DE CORTE NO BRASIL

Belém

2012

Suelene de Jesus do Carmo Corrêa

MODELO NEURO-FUZZY ADAPTATIVO PARA AVALIAÇÃO DE
COMPETITIVIDADE DE CADEIAS PRODUTIVAS: UM ESTUDO DA CADEIA
PRODUTIVA DE FRANGO DE CORTE NO BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará.

Área de concentração: Sistemas Inteligentes

Orientador: Prof. Dr. Antonio Morais da Silveira.

Belém

2012

Suelene de Jesus do Carmo Corrêa

MODELO NEURO-FUZZY ADAPTATIVO PARA AVALIAÇÃO DE
COMPETITIVIDADE DE CADEIAS PRODUTIVAS: UM ESTUDO DA CADEIA
PRODUTIVA DE FRANGO DE CORTE NO BRASIL

Dissertação de Mestrado
apresentada para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação.
Programa de Pós-Graduação em Ciência
da Computação, Instituto de Ciências
Exatas e Naturais. Universidade Federal
do Pará.

Data da aprovação: Belém-Pa. **09 - 11 - 2012**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Morais da Silveira
(ORIENTADOR - UFPA - PPGCC)

Prof. Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira
(MEMBRO - UFPA - PPGEE)

Prof. Dra. Terezinha Ferreira de Oliveira
(MEMBRO – UFPA - PPGME)

VISTO:

Prof. Dr. Nelson Cruz Sampaio Neto
(COORDENADOR DO PPGCC/ICEN/UFPA)

A Deus pelo dom da vida

À minha mãe

Suelene de Jesus

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças que sempre estiveram presentes em minha vida.

À minha mãe, Maria Neusa, por todo apoio, paciência e amor.

Ao orientador Antonio Morais da Silveira que ajudou a tornar um projeto em realidade.

A todos os professores que direta ou indiretamente colaboraram para este trabalho por meio de todo o conhecimento que nos foi transmitido nesses anos.

Ao professor Rubens Cardoso da Silva, ex-professor de graduação, que sempre se mostrou disposto a colaborar com este projeto, seja com livros, experiências ou ideias.

Aos amigos de longa data, em especial a Rafael Chaves, Andréa Dantas, Patrícia Lopes, pelos conselhos, pela amizade e por estarem presentes nos melhores e nos piores momentos.

À amiga Rose Costa, pelas conversas, apoio nas horas de ansiedade, e também por fazer parte dos momentos de diversão que ajudaram a superar essas horas.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação.

Suelene de Jesus

Para ser grande, sê inteiro:

Nada teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda

Brilha, porque alta vive.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Esse novo tempo de economia globalizada e de mudanças tecnológicas, com celeridade nunca experimentado pela sociedade, tem resultado num acirramento mundial da concorrência, levando preocupação às organizações em obter e manter vantagens competitivas, visando liderança no mercado. Para resolver esse problema busca-se o auxílio das tecnologias de computação, que podem promover facilidade e rapidez no processo de tomada de decisão diante das incertezas do mercado. Este trabalho apresenta uma proposta de solução para avaliação de competitividade de cadeias produtivas por meio de um sistema Neuro-Fuzzy Adaptativo. Para validar o método, utilizou-se como caso de estudo a cadeia produtiva de frango de corte no Brasil. Os testes de validação mostraram resultados satisfatórios, quando comparados com outra técnica muito utilizada no mercado.

Palavras-chave – Neuro-Fuzzy; Mercado; avaliação de competitividade; cadeias produtivas.

ABSTRACT

This new era of globalized economy and technological change, with speed never experienced by society generated increased competition, leading preoccupation to organizations to obtain and maintain competitive advantages in order to get market leadership. To solve this problem it is sought the help of computer technologies, which can promote facilities and speed up in decision making process in face of market uncertainties. This study proposes a solution for supply chain competitive evaluation through an Adaptive Neuro-Fuzzy. To validate the method, is used as case of study the supply chain of broilers in Brazil. The validation tests showed satisfactory results, in view of the low errors achieved during comparison with other technique widely used in the market.

Keywords – Market; Neuro-Fuzzy; Competitiveness evaluation; Supply Chains

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Atividades componentes da cadeia de valor segundo Porter	12
Figura 2 - Componentes e fluxo da cadeia de suprimentos	14
Figura 3 - Modelo proposto por Rosseto adaptando Esser et al. (1994) e Porter (1998)	21
Figura 4 - Esquema de Neurônio Artificial.....	26
Figura 5 - Rede com uma camada de entrada e uma camada de saída	27
Figura 6 - Arquitetura de uma Rede Neural Artificial MLP	28
Figura 7 - Esquema de mapeamento de entradas para saídas	33
Figura 8 - a) Conjunto de dias da semana e b) Conjunto dos dias do final de semana ...	34
Figura 9 - a) Função crisp e b) Função fuzzy	36
Figura 10 - Exemplos de funções de pertinência	37
Figura 11 - Organização de um sistema fuzzy.....	41
Figura 12 - Fluxo de informações em um sistema fuzzy	42
Figura 13 - Exemplo de fuzzificação de variável de entrada.....	43
Figura 14 - Exemplo de aplicação do método de implicação fuzzy	44
Figura 15 - Exemplo de aplicação do método de agregação de conjuntos de saída	45
Figura 16 - Exemplo de defuzzificação utilizando o método centróide	46
Figura 17 - Estrutura de um sistema Neuro-Fuzzy modelo Sugeno	49
Figura 18 – (a) grid partition, (b) scatter partition	51
Figura 19 - Diagrama de componentes da solução computacional	57
Figura 20 - Estrutura geral da solução computacional.....	59
Figura 21 - Estrutura da conexão entre os diversos módulos ANFIS	62
Figura 22 - Estrutura do modelo ANFIS para o subfator Condições Macroeconômicas	63
Figura 23 - Fuzzificação das variáveis de entrada do conjunto fuzzy Condições macroeconômicas.....	64
Figura 24 - Conjunto de regras criadas para o conjunto fuzzy Condições macroeconômicas.....	64
Figura 25 - Comparação da saída desejada com a saída ANFIS	66
Figura 26 - Evolução do erro ao longo do treinamento	67
Figura 27 - Esquema de validação cruzada para detecção de overfitting	69
Figura 28 - Treinamento x Validação	69
Figura 29 - Exemplo de avaliação gerada pelo solução.....	72
Figura 30- Gráfico comparativo dos valores alcançados pelas dimensões	73
Figura 31 - Gráfico de avaliação de desempenho do treinamento utilizando <i>Grid Partition</i>	74
Figura 32 - Gráfico de avaliação de desempenho do treinamento utilizando <i>Sub Clustering</i>	75
Figura 33 - Gráfico comparativo do desempenho dos métodos <i>Grid Partition</i> e <i>Sub Clustering</i> em relação ao tempo.....	75
Figura 34 - Funções de pertinência da dimensão Estruturas de mercado com 4 entradas	77
Figura 35 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Estruturas de mercado	77
Figura 36 - Funções de pertinência da dimensão Insumos com 6 entradas e raio de cluster 0,5.....	78

Figura 37 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Insumos com raio de cluster 0,5	78
Figura 38 - Funções de pertinência da dimensão Insumos com 6 entradas e raio de cluster 0,7	79
Figura 39 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Insumos com raio de cluster 0,7	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Parâmetros de desempenho observados no treinamento	68
Quadro 2 - Resultados da avaliação do Perfil utilizado para teste do ANFIS	71

PUBLICAÇÕES

CORRÊA, S. J. do C.; SILVEIRA, A. M. da. Computational Intelligence Applied to Competitiveness Evaluation of Supply Chains: An Adaptive Neuro-Fuzzy Model. **13th International Conference on Intelligent Data Engineering And Automated Learning - IDEAL**, 2012.

CORRÊA, S. J. do C.; SILVEIRA, A. M. da. Modelo Neuro-Fuzzy Adaptativo para Avaliação de Competitividade de Cadeias Produtivas: Um Estudo da Cadeia Produtiva de Frango de Corte no Brasil. In: **XXXVIII Conferencia Latinoamericana de informática – CLEI**, 2012

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	2
1.2. TRABALHOS RELACIONADOS.....	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.4. O OBJETO DE ESTUDO.....	4
1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA	5
1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	9
2. AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE DE CADEIAS PRODUTIVAS.....	10
2.1 INTELIGÊNCIA COMPETITIVA.....	10
2.2. CADEIA DE VALOR E COMPETITIVIDADE.....	12
2.2.1. <i>Os elos da cadeia de valor</i>	15
2.2.2. <i>Cadeia de valor e estrutura organizacional</i>	15
2.3. ABORDAGENS DA AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE	17
2.3.1. <i>A competitividade baseada no desempenho</i>	17
2.3.2. <i>A competitividade baseada na eficiência</i>	17
2.3.3. <i>A competitividade baseada em Recursos e Habilidades</i>	18
2.4. A ABORDAGEM ADOTADA NO ESTUDO	20
2.4.1. <i>Indicadores de competitividade utilizados no estudo</i>	22
3. TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL	25
3.1. REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	25
3.1.1. <i>Introdução</i>	25
3.1. 2. <i>Estrutura de uma rede neural artificial</i>	25
3.1.3. <i>Métodos de aprendizagem</i>	28
3.1.4. <i>Topologia e treinamento de redes neurais artificiais</i>	29
3.2. LÓGICA FUZZY	33
3.2.1. <i>Introdução</i>	33
3.2.2. <i>Teoria de Conjuntos Fuzzy</i>	34
3.2.3. <i>Estrutura de um Sistema Fuzzy</i>	41
3.2.4. <i>Modelo de Inferência de Sugeno</i>	46
3.3. SISTEMAS NEURO-FUZZY	48
3.3.1. <i>Introdução</i>	48
3.3.2. <i>Modelo Neuro-Fuzzy de Sugeno</i>	49
3.3.3. <i>Geração de regras com base em particionamento fuzzy</i>	51

4. O SISTEMA NEURO-FUZZY ADAPTATIVO	55
4.1. COLETA DE DADOS INICIAIS	55
4.2. ESTRUTURA DA SOLUÇÃO COMPUTACIONAL.....	55
4.2.1. <i>Análise</i>	55
4.2.2. <i>Projeto da Solução Computacional</i>	57
4.3. DESENVOLVIMENTO, DA SOLUÇÃO COMPUTACIONAL.....	58
4.3.1. <i>O Treinamento dos Módulos ANFIS</i>	61
5. TREINAMENTO E RESULTADOS DO SISTEMA NEURO-FUZZY PROPOSTO	63
5.1. TREINAMENTO.....	63
5.2. VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO	68
5.3. TESTE DA SOLUÇÃO	69
5.4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	73
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	81
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
6.2. TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICE	90
APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA A DIMENSÃO INSUMOS.....	91
APÊNDICE B - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO AMBIENTE INSTITUCIONAL	94
APÊNDICE C - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO TECNOLOGIA.....	96
APÊNDICE D - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAS DE MERCADO	98
APÊNDICE E - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA E COORDENAÇÃO.....	100
APÊNDICE F - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO GESTÃO DE FIRMAS	102
APÊNDICE G - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO INSUMOS	104
APÊNDICE H - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE	106
APÊNDICE I - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DO INDICADOR DE DE COMPETITIVIDADE FINAL (ICF)	108
ANEXO.....	110
ANEXO A - MODELO DE QUESTIONÁRIO UTILIZADO POR MELZ (2010).....	111

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos, a globalização, as megafusões e a maior conscientização ecológica têm provocado mudanças na economia mundial. Tais mudanças implicam no aumento da competitividade, obrigando as organizações a criarem estratégias competitivas mais eficientes, soluções inovadoras, para que continuem vivas no mercado. Porter (2005) afirma que a estratégia competitiva é a busca de posição competitiva favorável em uma organização, visando estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças que determinam a concorrência. Essa determinação empresarial leva à possibilidade de expansão, de diversificação, ou até mesmo, de sobrevivência de uma empresa, especialmente se a sua ação envolve mercados competitivos. As competências distintivas permitem a criação e a manutenção de vantagem competitiva, como pode ser visto em Aaker (1998), Jennings (1997) e Prahalad *et al* (1994).

Essa busca crescente de obter vantagem competitiva gera a necessidade de rapidez e eficiência no processo de tomada de decisão nos ambientes gerenciais, o que tem resultado no desenvolvimento e utilização de técnicas cada vez mais avançadas para facilitar a tomada de decisão. Dentre essas técnicas podem ser citadas as técnicas da Inteligência Computacional, como as Redes Neurais Artificiais (RNA's) e a Lógica Fuzzy, que dentre outras propriedades, permitem o desenvolvimento de soluções para problemas em ambientes de imprecisão. Essas técnicas podem auxiliar na busca do gargalo, no dimensionamento dos recursos, na análise de custos logísticos e no nível de serviço associado aos diferentes cenários econômicos, subsidiando decisões técnicas e gerenciais que possam levar a otimização do negócio.

As características específicas ou abordagens que essas técnicas se propõem a resolver devem ser avaliadas. Algumas são para tomadas de decisão em que um conjunto de restrições é considerado e busca-se a decisão ótima, através da maximização ou minimização de um objetivo particular, e outras, para testar os efeitos de uma decisão tomada, anteriormente, por um gestor ou outro aplicativo qualquer.

1.1. JUSTIFICATIVA

A cadeia de suprimentos engloba todas as atividades associadas com o fluxo e transformação de bens, desde as matérias primas até o consumidor final e os sistemas de informações utilizados no gerenciamento desta cadeia. Handfield e Nichols (1999) defendem que a cadeia de suprimento é a integração dessas atividades por meio do desenvolvimento de relações para adquirir vantagens competitivas.

A busca da competitividade mediante a prestação de serviços fundamentais ou *core business* requer a aplicação de novas tecnologias, visando a melhoria dos equipamentos e dos produtos, a redução dos custos e o aumento da produtividade. Nessas condições, as empresas envidam esforços no sentido de melhoria contínua, porque não podem mais contar, em termos estratégicos, apenas com preços eventualmente menores, mão de obra de menor custo ou com o acesso fácil aos recursos naturais como fatores preponderantes para alcançar a competitividade numa escala global.

As demandas tecnológicas de uma cadeia produtiva podem ser classificadas em função dos sistemas que lhes dão origem, de três maneiras: a partir de promeas, aqueles dependentes de ações de adaptação/difusão de tecnologias; aqueles que necessitam de ações de geração de tecnologias; e problemas não dependentes de solução tecnológica, ligados a fatores conjunturais, infraestrutura de apoio, etc., mas com impacto indireto nos resultados da cadeia.

No caso das cadeias e sistemas produtivos, as demandas são necessidades de conhecimentos e tecnologias, visando reduzir o impacto de limitações identificadas nos componentes da cadeia produtiva, para a melhoria da qualidade de seus produtos, eficiência produtiva, competitividade, sustentabilidade e equidade de benefícios entre os seus componentes, tendo-se em vista que uma cadeia é tão forte quanto seu elo mais fraco.

1.2. TRABALHOS RELACIONADOS

No que tange ao problema da avaliação da competitividade conjuntamente ao uso de soluções computacionais foram encontrados relatos na literatura como os mostrados a seguir.

Choy *et al* (2002) apresenta uma ferramenta de gerência de suprimentos inteligentes, usando Raciocínio Baseado em Casos (CBR) e a técnica de Rede Neural Artificial para selecionar e comparar fornecedores durante o processo de desenvolvimento de novos produtos.

Dall'Agnol (2005) realizou avaliação de simulação computacional na avaliação de desempenho da cadeia produtiva através da colaboração e melhorias de processos logísticos.

Silva *et al* (2008) utilizou inteligência computacional por meio de Algoritmos Genéticos e pelo Método de Otimização de Colônias de Formiga para otimização on-line de um problema de programação logística.

Silveira *et al* (2003) realizaram um ensaio utilizando Redes Neurais Artificiais para avaliação da competitividade das organizações, usando a abordagem de competitividade semelhante a proposta por Porter (2005), com suas cinco forças competitivas.

1.3. OBJETIVOS

Percebe-se que a competitividade é uma preocupação para muitos estudiosos, no entanto, a maioria dos estudos práticos está voltada para questões pontuais do problema, como visto em Choy *et al* (2002), Dall'Agnol (2005) e Silva *et al* (2008), e não voltados para uma competitividade mais ampla e real como a defendida por Kupfer e Hasenclever (2002) e Rosseto (2000). Mesmo Silveira *et al* (2003) que buscou estudar a competitividade das organizações considerando fatores internos e externos, ainda trata o problema de forma restrita, adotando a abordagem de Porter (2005) que é apenas um dos componentes do modelo proposto por Kupfer e Hasenclever (2002) e Rosseto

(2000), e que foi adotado no desenvolvimento da solução computacional apresentada nesse estudo.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é mostrar uma solução que combine simulação e otimização baseadas nas técnicas da Inteligência Computacional. Mostrar que ela pode ser utilizada para a integração, aprendizagem e o melhoramento de cadeias produtivas, auxiliando a administração destas para atender aos seus objetivos de produtividade e competitividade no mercado.

O foco da proposta foi sua aplicabilidade a vários tipos de cadeias produtivas e, foi implementada por meio do uso conjunto de Redes Neurais Artificiais e Sistema Fuzzy, ou seja, uma solução com um sistema inteligente híbrido, conhecido como Sistema Neuro-Fuzzy Adaptativo. Este tipo de sistema facilita a criação das regras fuzzy pelo uso da rede neural para sua modelagem. Além disso, permite incorporar a experiência adquirida por especialistas para um dado cenário. Especificamente, o trabalho objetiva:

- Apresentar um marco conceitual e metodológico para modelar e avaliar o desempenho de cadeias produtivas (CP), em especial a cadeia produtiva da avicultura de corte, considerando seus aspectos político, social, e principalmente econômico e tecnológico.
- Oferecer, por meio da utilização das técnicas da inteligência computacional, subsídios para a gestão de cadeias de produção, traçar perfis de competitividade entre elas, focando a melhora da competitividade através do tratamento dos fatores críticos de competitividade da cadeia, contribuindo assim, para o desenvolvimento da organização.

1.4. O OBJETO DE ESTUDO

Como caso de estudo para aplicação da solução foi escolhida a cadeia produtiva de frango de corte, devido sua importância no cenário da economia nacional, e também por existirem vários estudos teóricos sobre essa cadeia, o que tornou possível a análise e validação da solução computacional comparando-a a uma técnica não automatizada,

além de potencializar sua utilidade. A estrutura da cadeia de frango de corte pode ser vista em Melz (2010).

Para o desenvolvimento da solução “genérica”, utilizou-se as dimensões descritos por Van Duren et al (1991) e Silva e Batalha (2000), que são representativos para quase todos os elos ou atividades de uma cadeia de produção, e estão de acordo com a abordagem de competitividade proposta por Kupfer e Hasenclever (2002) e Rosseto (2000): **ambiente institucional, tecnologia, estruturas de mercado, estruturas de governança e coordenação da cadeia, gestão empresarial, insumos, transporte e armazenamento,**

O treinamento da solução contou com 50 padrões de entrada e saída obtidos com o auxílio de especialistas atuantes nas Universidades Federal e Estadual do Pará. A validação da solução proposta contou com 20 perfis referentes a cadeia produtiva de frango de corte do Mato Grosso obtidos junto a um pesquisador que realizou estudos sobre essa cadeia em Melz (2010), o modelo de questionário utilizado por ele pode ser visto no ANEXO A.

1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA

A elaboração de um projeto de pesquisa e o desenvolvimento da própria pesquisa, seja ela uma dissertação ou tese necessitam para que seus resultados sejam satisfatórios, estar baseados em planejamento cuidadoso, reflexões conceituais sólidas e alicerçados em conhecimentos já existentes (SILVA e MENEZES, 2001).

Com base no acima exposto, buscou-se uma metodologia para orientar o planejamento da pesquisa e a elaboração do projeto, de forma que os resultados sejam satisfatórios e consistentes, adotando as seguintes etapas:

- a) escolha do tema;
- b) definição do problema;
- c) revisão de literatura;
- d) estudo e definição das técnicas da Inteligência Computacional que podem ser aplicadas para a solução do problema;

- f) planejamento da investigação;
- e) estudo da estrutura das cadeias produtivas;
- g) elaboração dos resultados e das conclusões;

a) Escolha do tema

A escolha do assunto geral do trabalho levou em consideração aspectos como relevância e inovação. O objetivo de estudo deste trabalho é desenvolver e aplicar um método que combine técnicas de simulação e otimização baseadas em Inteligência Computacional, de forma a potencializar as principais características de cada uma destas técnicas, garantindo a integração, a aprendizagem e o melhoramento de cadeias produtivas para atender os seus objetivos de produtividade e competitividade no mercado.

b) Definição do problema

Para Silva e Menezes (2001), na literatura da área de metodologia científica, podem ser encontradas muitas recomendações a respeito da formulação do problema de pesquisa. Os autores consideram que as recomendações não devem ser rígidas e devem ser observadas como parâmetros para facilitar a formulação de problemas. Algumas destas recomendações estão descritas abaixo:

- Tem que ter dimensão viável: deve ser restrito para permitir a sua viabilidade, uma vez que, formulado de forma ampla, poderá tornar inviável a realização da pesquisa;
- Deve ter clareza: os termos adotados devem ser definidos para esclarecer os significados que estão sendo usados na pesquisa;
- Deve ser preciso: além de definir os termos, é necessário que sua aplicação esteja delimitada.

O problema a ser trabalhado considerando o tema proposto pode ser apresentado com base na seguinte indagação/hipótese:

- Como avaliar o desempenho de cadeias produtivas considerando aspectos internos e externos ao seu ambiente de forma a facilitar e agilizar a tomada de decisão?

c) Revisão de literatura

Silva e Menezes (2001) fazem valiosas considerações a respeito da revisão bibliográfica:

[...] Nesta fase deve-se responder às seguintes questões: quem já escreveu e o que já foi publicado sobre o assunto, que aspectos já foram abordados, quais as lacunas existentes na literatura. Pode objetivar determinar o estado da arte, ser uma revisão teórica, ser uma revisão empírica ou ainda ser uma revisão histórica.

Assim, a revisão bibliográfica consiste no estudo dos trabalhos que tratam sobre cadeias produtivas, cadeias de valor, técnicas da Inteligência Computacional como, Redes Neurais Artificiais e Lógica Fuzzy.

A revisão de literatura deverá elucidar o tema, proporcionar melhor definição do problema de pesquisa, servir de sustentação ao processo de formulação das hipóteses e contribuir para a análise e discussão dos resultados.

d) Estudo das técnicas de Inteligência Computacional mais adequadas para a solução do problema em estudo de métodos estatísticos.

Dentre as técnicas da Inteligência Computacional existentes, é indispensável ao estudo a identificação daquelas que melhor se enquadram a solução do problema proposto, permitindo alcançar os objetivos almejados.

e) Planejamento da investigação

Para que os pontos acima sejam todos abordados é necessário:

- 1- Escolher a área geográfica de atuação do estudo;
- 2- Coleta de dados e informações:
 - Entrevistas com representantes de cadeias produtivas;

- Pesquisa com especialistas;
- Consultas a artigos, publicações, etc;

Esta etapa destina-se ao planejamento detalhado dos itens acima citados para que a investigação seja feita de forma satisfatória, sem ambiguidades ou gargalos que possam comprometer o alcance dos objetivos.

f) Estudo da estrutura de cadeias produtivas

Um sistema é, na definição de Spedding (1975), “um conjunto de componentes interativos”. A caracterização de um sistema (ou sua análise) de acordo com Castro et al., (1995), consiste em: a) explicitação de objetivos e limites do sistema; b) caracterização do contexto ou ambiente externo do sistema; c) definição de componentes do sistema e seus respectivos fluxos ou interações; d) especificação dos insumos, produtos saídos e de pontos de estrangulamento, considerados críticos ou relevantes ao desempenho.

Sob a ótica de análise proposta, os pontos de estrangulamento, ou fatores críticos ao desempenho, atuais, potenciais e futuros, constituem-se demandas tecnológicas e não tecnológicas que passam a orientar as intervenções para a gestão da cadeia produtiva.

Com base no planejamento obtido na etapa anterior, será possível fazer um estudo aprofundado da cadeia produtiva do frango de corte, permitindo assim a melhor caracterização deste sistema.

g) Elaboração dos resultados e conclusões

- Análise quantitativa e funcional,
- Aplicação das técnicas da inteligência computacional;
- Avaliação dos resultados das técnicas;
- Proposta de melhoria;

Nesta etapa serão feitas a interpretação e a análise dos dados que foram tabulados e organizados na etapa anterior. Segundo Silva e Menezes (2001), a análise deve ser feita para atender aos objetivos da pesquisa e para comparar e confrontar dados

e provas, com o objetivo de confirmar ou rejeitar a(s) hipótese(s) ou os pressupostos da pesquisa.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado da seguinte forma:

No capítulo 2 são apresentados os estudos teóricos sobre o problema da avaliação de competitividade de cadeias produtivas que embasam a solução computacional proposta.

No capítulo 3 são apresentados os conceitos básicos sobre as técnicas da Inteligência Computacional utilizadas para implementação da proposta de solução.

No capítulo 4 é descrita a metodologia utilizada para a criação da solução computacional.

O capítulo 5 mostra detalhes do treinamento do sistema Neuro-Fuzzy utilizado na proposta e apresenta alguns de seus resultados.

O capítulo 6 apresenta algumas conclusões sobre o trabalho e propostas de trabalhos futuros.

2. AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE DE CADEIAS PRODUTIVAS

Um fator determinante para a emergência do tema competitividade em diversas nações foi uma alteração significativa na dinâmica tecnológica internacional ocorrida durante os anos de 1980, a partir da introdução cada vez mais rápida de diversas inovações tecnológicas geradas, principalmente, pelo surgimento das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) (LASTRES e CASSIOLATO, 1995; FAJNZYBER, 1988).

Essa revolução tecnológica também contribuiu para o quadro de reestruturação da indústria ao longo do período citado e aumentou a competitividade entre empresas e países, pois as novas formas de produção dependentes de tecnologias envolvem tanto a sociedade quanto a economia, dando origem a alterações nas capacidades produtivas pelo uso de técnicas computacionais (PETIT, 2005; LASTRES e CASSIOLATO, 1995).

Mundialmente existem estudos multidisciplinares visando definir a melhor abordagem de avaliação da competitividade para países, setores econômicos ou empresas. Alguns estudos apontam a competitividade como dependente apenas de fatores internos à empresa, outros consideram apenas fatores externos (SILUK e NORA, 2011). Porém, especialistas no tema concordam que essas abordagens isoladas não permitem uma avaliação consistente da competitividade. O objetivo do capítulo é mostrar algumas dessas diferentes abordagens, bem como a definição do conceito de competitividade, e identificação da abordagem que será utilizada para a criação da solução computacional desse estudo.

2.1 INTELIGÊNCIA COMPETITIVA

Para Damasio (2001) a Inteligência Competitiva é uma realidade inerente a toda empresa que queira competir no mercado globalizado atual. Por isto, necessita de

técnicas de captação, armazenamento e disseminação de informações e conhecimentos com técnicas e sistemas cada vez mais atualizados e rápidos.

Na Ciência da Informação existem esforços para conceituar e exemplificar a necessidade da utilização da informação para indústria e negócios com os mesmos objetivos da Inteligência Competitiva, viabilizar a identificação, armazenamento e disseminação da informação (DAMASIO, 2001).

Assim, ciências multidisciplinares atuam conjuntamente quando é verificada a sua importância pelos seus usuários do setor empresarial, principalmente os industriais, tendo objetivos idênticos em diversas situações empresariais, pois subsidiam a tomada de decisão e o planejamento estratégico.

Como já citado, as características da economia e os avanços da tecnologia, exigem cada vez mais rapidez e eficiência na tomada de decisões. Nesse sentido, pode-se considerar a opinião de Tarapoff *et al* (2000), que dizem que ao pensarmos em inteligência, remetemos-nos imediatamente à capacidade das organizações (entre elas as unidades de informação) de monitorar informações ambientais para responder satisfatoriamente aos desafios e oportunidades que se apresentam continuamente. Pode-se dizer que a inteligência visa, principalmente, a imprimir um comportamento adaptativo à organização, permitindo que estas mudem e adaptem os seus objetivos, produtos e serviços, em resposta a novas demandas do mercado e a mudanças no ambiente.

Damasio (2001), em seu estudo no ambiente industrial, esclarece:

Quando pensamos na dinâmica da globalização da economia, organizar e disponibilizar o grande fluxo de informações em sistemas inteligentes, principalmente a respeito de mercado, produtos, estatísticas financeiras, sobre empresas, políticas, barreiras técnicas, legais e as tecnológicas torna-se cada vez mais necessário, em caráter de urgência, visando subsidiar a tomada de decisões e conseguem assim, a tão almejada competitividade.

Assim, para avaliar a competitividade parece ser necessário a aplicação de modelos teóricos que consigam explicá-la através do levantamento desses atributos. Desse modo,

parece ser importante medir a competitividade. Alguns modelos aceitos para avaliação da competitividade da empresa como o de Porter (1980); e o de nações (PORTER, 1991) são muito utilizados;

2.2. CADEIA DE VALOR E COMPETITIVIDADE

A Cadeia de Valor é uma forma sistemática de permitir o exame de todas as atividades executadas pela empresa e do modo como elas interagem. Toda empresa tem uma cadeia de valor, é uma reunião de atividades que são executadas para projetar, produzir, comercializar entregar e sustentar um produto. A empresa ganha vantagem competitiva, executando estas atividades de uma forma mais barata ou melhor do que a sua concorrência (PORTER, 1989).

Porter (1998), Walters e Lancaster (1999) afirmam que a Cadeia de Valor pode ser usada para avaliar “posições relativas”, identificar as competências distintivas da organização e direções para o desenvolvimento de sua vantagem competitiva.

A Cadeia de Valor de Porter (1998) está representada na Figura 1. Ela é composta de atividades de valor e estas, por sua vez, dividem-se em dois tipos: as atividades primárias e as atividades primárias.

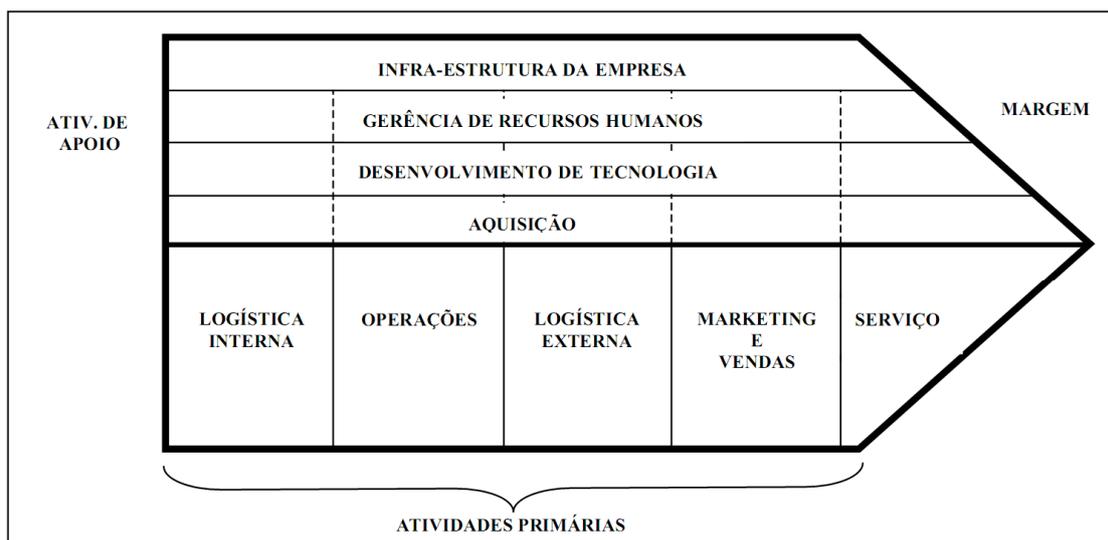


Figura 1- Atividades componentes da cadeia de valor segundo Porter

Fonte: Porter (1998)

As atividades componentes do grupo primário são:

Logística Interna – atividades associadas ao recebimento, armazenamento, e distribuição de insumos.

Operações – atividades associadas à transformação dos insumos no produto final.

- *Logística Externa* – atividades associadas à coleta, armazenamento e distribuição física do produto para os respectivos compradores.
- *Marketing e Vendas* – atividades associadas para oferecer um meio pelo qual compradores possam comprar o produto e a induzi-los a fazer isso.
- *Serviço* – atividades associadas ao fornecimento de serviço para intensificar ou manter o valor do produto.

As atividades componentes do grupo de apoio, são:

- *Aquisição* – referem-se a função de compra dos insumos empregados na cadeia de valor da empresa.
- *Desenvolvimento de Tecnologia (P&D)* – atividades desenvolvidas para o aperfeiçoamento do produto. Pode ser uma tecnologia específica (*hardware* ou *software*),
- *know-how*, procedimentos técnicos específicos.
- *Gerência de Recursos Humanos* – atividades envolvidas no recrutamento, na contratação, no treinamento, no desenvolvimento e na compensação de todos os tipos de pessoal.
- *Infra-estrutura da empresa* – consiste de uma série de atividades, incluindo, gerência geral, planejamento, finanças, contabilidade, jurídico, questões governamentais, e gerência de qualidade.

Porter (1998), ao abordar a vantagem competitiva, introduz a cadeia de valores como o instrumento básico para diagnosticar e intensificar a análise das fontes dessa vantagem, ainda que sob o enfoque restrito, o que significa a análise da cadeia de valor no âmbito interno da empresa.

Porter (1998) aponta a importância do conhecimento da cadeia de valor interna das empresas:

A cadeia de valor interna desagrega uma empresa nas suas atividades de relevância estratégica para que se possa compreender o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação.

Para obter vantagem competitiva utilizando a cadeia de valor como instrumento estratégico, a empresa deve compreender toda a cadeia de valor na qual opera e dos seus principais concorrentes buscando utilizar seus determinantes de custos de modo que os concorrentes tenham desvantagens de qualidade e custo frente a sua liderança.

Segundo o enfoque de Rocha (1999) verifica-se que a cadeia de valor de qualquer empresa é o conjunto de atividades criadoras de valor desde as fontes de matérias-primas básicas, passando por fornecedores de componentes até o produto final entregue nas mãos do consumidor. É, portanto, um enfoque externo à empresa, vendo cada empresa no contexto da cadeia global de atividades geradoras de valor da qual ela é apenas uma parte, conforme se vê na figura 2.



Figura 2 - Componentes e fluxo da cadeia de suprimentos

Fonte: Rocha (1999).

Para que uma empresa alcance e mantenha competitividade é necessário que crie valor para o cliente, ressaltando-se que esse valor deve ser reconhecido pelo adquirente, caso contrário se sobressairão os custos. Existem situações em que a organização para manter competitividade por diferenciação, precisa aumentar seus custos para criar um valor maior. Logo, uma comparação das cadeias de valor dos concorrentes apresentam as diferenças, permitindo que a organização se decida pelo seu posicionamento estratégico utilizando-se de diferenciação ou baixo custo. A relevância do enfoque

amplo é que permite identificar na cadeia de valor do cliente o que pode ser reestruturado para aumentar o valor oferecido.

2.2.1. Os elos da cadeia de valor

As cadeias de valor são formadas pelos elos vistos na Figura 1. Os elos podem ser horizontais ou internos e elos verticais ou externos. Aqueles representam a integração de atividades sob o enfoque restrito da cadeia de valor, enquanto estes integram segmentos da cadeia ampla.

Aumentar ou reduzir a integração dos vários estágios da cadeia é um tipo de reorganização da cadeia de valor tendo em vista ganhos de competitividade considerando os elos verticais.

Para Ward (1993) em muitos casos as estratégias de verticalização permitem que as empresas busquem áreas de competitividade mais sólida, com inovação de produtos tecnologia e processos.

A importância desse tipo de estratégia determina maior vantagem competitiva, principalmente por estar fundamentada na inovação de processos e não simplesmente em produtos e tecnologias, que são mais acessíveis à concorrência.

Não é comum a verticalização total das empresas ou organizações; e para Ward (1993), ela só se justifica quando a indústria está em fase inicial de instalação, quando as opções de fornecedores e canais de distribuição são inexistentes ou limitados.

Uma menor verticalização pode ser determinada pela maturidade alcançada pela indústria, levando as organizações participantes à implementação de parcerias com fornecedores e até concorrentes para alcançar e manter vantagem competitiva. Porém, em algumas situações as organizações decidem pela integração em alguns estágios da cadeia de valor na qual operam objetivando excelência na qualidade e redução de custos para a criação de valor para o cliente.

2.2.2. Cadeia de valor e estrutura organizacional

A estrutura organizacional pode receber importante influência da cadeia de valor, pois esta engloba desde o modelo institucional até a distribuição do produto numa

perspectiva restrita, assim como pode sofrer mudanças devido às relações da empresa com fornecedores e clientes em uma perspectiva mais ampla.

É importante considerar que tanto a cadeia de valor quanto a estrutura organizacional são dependentes de variáveis conjunturais que conduzem conseqüentemente a mudanças dos pontos críticos de sucesso, e necessidade correspondente de ajustes no planejamento estratégico e na configuração da cadeia devido a essas variações.

De acordo com Shank e Govindarajan (1997), a análise da cadeia de valor proporciona as seguintes conclusões:

- Como duas empresas não concorrem exatamente no mesmo conjunto de atividades, a análise da cadeia de valor é um primeiro passo que é fundamental para o entendimento de como uma empresa se posiciona em seu setor;
- Construir uma vantagem competitiva sustentável exige conhecimento de todo o conjunto de entidades de valor relacionadas do qual a empresa e seus concorrentes fazem parte;
- As decisões estratégicas fundamentais como compra, produção, integração tornam-se mais nítidas a medida que a cadeia de valor é totalmente articulada, pois isso facilita a visualização do impacto dos investimentos em relação a cadeia global e em relação à posição da empresa dentro dela.

Porter (1998) e Artto (1987) consideram que existem três formas para a empresa desenvolver a sua vantagem competitiva: pela liderança em custo, pela diferenciação e pelo enfoque.

Quando a empresa opta por uma vantagem competitiva com base na Liderança em Custo, ela parte para se tornar o produtor de mais baixo custo na sua indústria. Seu ganho é na escala, uma vez que a sua amplitude de atuação leva em consideração todo o mercado respectivo àquela indústria, independente do segmento. Esta lógica estratégica exige que a empresa seja a líder no custo da sua indústria, e não uma dentre várias empresas disputando esta posição.

Quando a empresa opta por uma vantagem competitiva com base na Diferenciação, ela procura ser única em sua indústria, de acordo com algumas

dimensões altamente valorizadas pelos seus clientes. Esta diferenciação pode estar baseada no próprio produto, no sistema de entrega pelo qual ele é vendido, nos serviços agregados de pós-vendas, etc. Esta lógica estratégica exige que a empresa escolha atributos que lhe permitam se diferenciar dos seus concorrentes.

E, quando a empresa opta por uma vantagem competitiva com base no Enfoque, ela seleciona um segmento ou um grupo de segmentos da indústria e adapta a sua estratégia para atendê-los, excluindo outros.

2.3. ABORDAGENS DA AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE

De maneira geral, a competitividade pode ser mensurada a partir de várias perspectivas: a partir da noção de desempenho; baseadas na noção de eficiência (HAGUENAUER, 1989); baseada em recursos; baseada em capacidades dinâmicas. Como pode ser visto nas próximas seções

2.3.1. A competitividade baseada no desempenho

A competitividade baseada no desempenho está fundamentada no percentual de mercado conseguido por uma empresa, setor industrial ou país, no total de um determinado produto, em determinado momento no tempo (LASTRES e CASSIOLATO, 1995).

2.3.2. A competitividade baseada na eficiência

A competitividade segundo o conceito de eficiência se deve a características estruturais dos países, indústrias ou organizações, ou seja, uma abordagem *ex-ante*, definida por técnicas e capacidades de produção possuídas por eles, ficando o desempenho como mera consequência da eficiência (HAGUENAUER, 1989).

Segundo Freeman (2004), nessa abordagem os elementos de destaque são a tecnologia e suas questões subjacentes, tais como acoplamento, criação, agrupamentos, compreensão e gestão de inovações tecnológicas.

Lastres e Cassiolato (1995) consideram o enfoque da eficiência como restritivo, pois a competitividade seria abordada de maneira estática, permitindo apenas o exame dos indicadores até um determinado ponto no tempo.

Embora útil, a abordagem da eficiência não seria suficiente para abordar a competitividade, pois a competitividade não advém apenas da melhor alocação de recursos para determinado objetivo, mas também da identificação dos objetivos certos (BUCKLEY *et al*, 1988).

2.3.3. A competitividade baseada em Recursos e Habilidades

A teoria da empresa com base em recursos tem sua origem em duas linhas teóricas do pensamento econômico, Ricardo (1817) e Schumpeter (1950), que através da ênfase na criação de receitas econômicas, deram origem a duas vertentes do pensamento estratégico relacionado com a forma de condução da estratégia de geração de recursos diferentes (MAKADOK, 2001).

A abordagem baseada em recursos (ABR), na linha de Ricardiana, emergiu durante a década de 1980 como uma resposta às turbulências econômicas dos anos de 1970, além da desilusão quanto aos resultados e a rigidez de formulação das ferramentas associadas ao planejamento estratégico, então amplamente dominantes na área de estratégia corporativa (MINTIZBERG *et al*, 2006; FOSS, 1997).

Um recurso na perspectiva Ricardiana significa tudo aquilo que representa força ou fraqueza de uma organização, como exemplo tem-se as marcas, conhecimento em tecnologia, habilidades pessoais dos funcionários, procedimentos eficientes, contratos comerciais e etc. (WERNERFELT, 1984)

Prahalad e Hamel (1990) definem recursos como competências-chave de uma organização como sendo o aprendizado coletivo de uma organização, especialmente como coordenar diversas habilidades produtivas e integrar múltiplas tecnologias.

Na perspectiva Shumpeteriana (visão das capacidades dinâmicas) (Penrose, 1959), argumenta que uma empresa pode obter receita não porque ela possui os melhores recursos, mas porque ela possui determinadas competências distintas de seus

concorrentes, que lhe permitem fazer o melhor uso destes recursos (MAHONEY e PANDIAN, 1992).

Na linha Shumpeteriana também se diferencia recurso de competência de modo que uma habilidade seria a capacidade existente através de um conjunto de recursos, em se realizar alguma tarefa ou atividade. Enquanto recursos seriam as fontes das habilidades da empresa, sua principal fonte de vantagens competitivas.

Para Hofer e Schendel (1978) as organizações devem possuir recursos e habilidades para desenvolver vantagem competitiva, e estes poderiam ser classificados como:

- *Recursos financeiros*: fluxo de caixa, liquidez, capital de investimento, etc.
- *Recursos físicos*: planta fabril, equipamentos de produção, inventário, etc.
- *Recursos humanos*: pessoal qualificado, cientistas, força de vendas, etc).
- *Recursos Organizacionais*: sistemas de controle de qualidade, cultura corporativa, relacionamentos com terceiros, etc.
- *Habilidades Tecnológicas* : procedimentos eficientes, sistemas de informação integrados, produção com alto padrão de qualidade, etc.
- *Recursos Intangíveis*: reputação, nome da marca, confiança do mercado, conhecimento corporativo, know-how técnico, etc.

Em síntese, as capacidades dinâmicas significam a habilidade de uma organização de desenvolver e mudar recursos para atender as necessidades de ambientes que mudam rapidamente, ou seja, são as habilidades das firmas em integrar, construir e reconfigurar recursos internos e externos a fim de lidar com o ambiente no qual elas estão inseridas e, por isso, refletem a habilidade organizacional de atingir novas e inovadoras formas de competitividade (EISENHARDT e MARTIN, 2000).

Assim, em que pesem duas diferenças, as capacidades dinâmicas e a abordagem com base na ABR não podem ser vistas como correntes auto-excludentes em estratégia e competitividade. Muito ao contrário, elas são complementares entre si. Por isso, ambas são importantes para a formulação de estratégias que lidem com a competitividade das empresas.

Assim, seja pela linha Ricardiana, seja pela linha Schumpeteriana, as empresas possuem conjuntos diferentes de recursos e habilidades e é isso que as diferencia no mercado, que lhes dá maior ou menor visibilidade.

2.4. A ABORDAGEM ADOTADA NO ESTUDO

Silva (2001) descreveu a competitividade sob um conceito dinâmico. Para que a empresa acompanhe o complexo processo de concorrência, deveria observar os erros e acertos; atenção no presente, para posicionar-se com segurança diante da inconstância do mercado; e atenção no futuro como forma de prever e criar ajustes imprescindíveis à sua atuação.

O Instituto Alemão de Desenvolvimento (DIE) assume um modelo de compreensão da competitividade proposto por Esser *et al* apud Rosseto (2000). Esse modelo assume quatro níveis de análise: meta, macro, meso e micro. A estes níveis, Rosseto (2000) juntou o modelo competitivo de Porter (2005) das cinco forças competitivas e propôs outro que integra o de Porter no nível micro. Cada nível do modelo de Rosseto (2000), mostrado na Figura 3, é composto como segue:

Nível Macro - congresso nacional, governo nacional, instituições estatais, banco central, órgãos judiciais.

Nível Meta - Orientação dos grupos de atores a aprendizagem e eficiência, defesa de interesses e auto-organização em condições mutáveis, capacidade social de organização e integração, capacidade dos grupos de atores em integração estratégica.

Nível Meso - Em nível central, regional e comunitário: governos, associações empresariais, sindicatos, organizações de consumidores, outras organizações privadas, Instituições de pesquisa e desenvolvimento privadas e públicas.

Nível Micro – produtos substitutos, compradores, competidores existentes, entrada e saída.

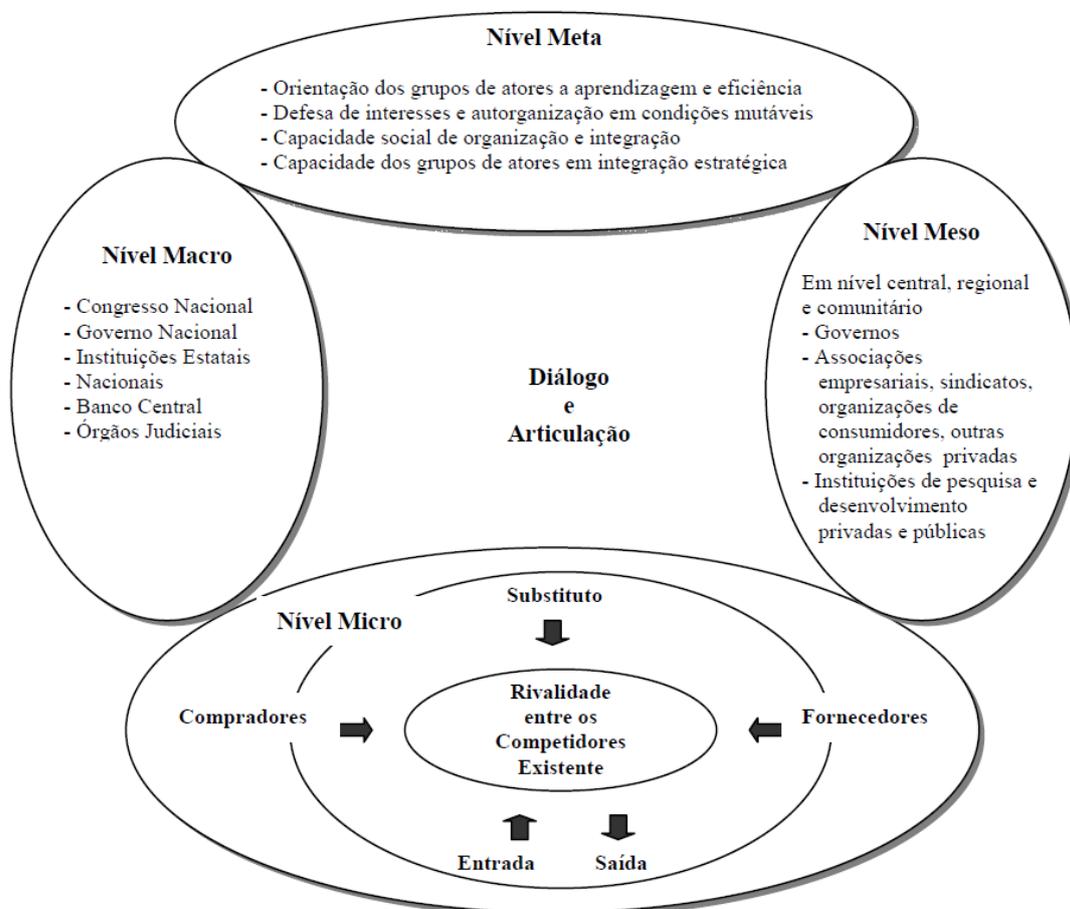


Figura 3 - Modelo proposto por Rosseto adaptando Esser et al. (1994) e Porter (1998)

Fonte: ROSSETO (2000).

No que se refere a indústria brasileira Kupfer e Hasenclever (2002) indicaram que a competitividade é dividida em três elementos: Fatores empresariais, fatores estruturais e fatores sistêmicos. Siqueira e Fusco (2005) afirmam que para que possa formular e implementar suas estratégias adequadamente, uma empresa deve colher e analisar informações sobre uma diversidade de variáveis, mercados, clientes, tecnologia, finanças mundiais e economia mundial.

Hitt *et al* (2003) afirmam que a estratégia eficaz também racionaliza a intenção e missão estratégica da empresa, bem como o que será feito para alcançá-las e que uma estratégia formulada com eficácia ordena, integra e aloca recursos, capacidades e competências da empresa para que se possa enfrentar com êxito o seu ambiente externo.

Com base neste cenário, busca-se a criação de uma solução computacional para a avaliação da competitividade de cadeias produtivas, assumindo pra isso a abordagem mais ampla da competitividade indicada no modelo de Rosseto (2000) com seus quatro níveis macro, meta, meso e micro, que englobam também a abordagem de Kupfer e Hasenclever (2002), pois esses níveis compreendem fatores empresarias, fatores estruturais e fatores sistêmico, atendendo assim, pontos das outras abordagens, a baseada em recursos e habilidades e capacidades dinâmicas.

A solução computacional deve utilizar ferramentas da inteligência computacional, que já encontram aplicação em problemas reais de várias áreas de conhecimento, como as aplicações de Choy *et al* (2002), Manoj *et al* (2004) e Silva *et al* (2008); como as redes neurais artificiais e os sistemas fuzzy que visam não só transformar dados em conhecimento como também implementar o raciocínio automatizado.

2.4.1. Indicadores de competitividade utilizados no estudo

Para a modelagem da solução computacional decidiu-se como cenário de estudo a cadeia produtiva do franco de corte no Brasil, devido a importância dessa atividade econômica no país e também devido a existência de alguns estudos teóricos, que podem contribuir na validação da solução.

Dessa forma, buscou-se estudos referentes a essa atividade nos quais a abordagem de competitividade adotada seja condizente com a abordagem escolhida na seção anterior, considerando indicadores que satisfaçam ao modelo de Rosseto apresentado. Assim, foram selecionados os trabalhos de Van Duren *et al* (1991), Silva e Batalha, Melz (2010), que pesquisaram sobre o agronegócio e sobre a cadeia produtiva do frango de corte.

Van Duren *et al* (1991) desenvolveram um referencial metodológico para a análise de competitividade que considera os elementos característicos do agronegócio. Esses autores consideram que a competitividade poderia ser medida pela participação de mercado e pela rentabilidade (de uma dada cadeia ou de uma firma), e sua proposta contempla fatores que incluem de forma mais ou menos direta os aspectos de eficiência e eficácia expostos anteriormente, sendo divididos em quatro grandes grupos.

- a) fatores controláveis pela firma (estratégia, produtos, tecnologia, política de RH e P&D , etc.);
- b) fatores controláveis pelo governo (políticas fiscal e monetária, política educacional, leis de regulação do mercado, etc.);
- c) fatores quase controláveis (preços de insumos, condições de demanda, etc.);
- d) fatores não controláveis (fatores naturais e climáticos).

Esses fatores podem afetar positiva ou negativamente a competitividade e, além desses existe outro conjunto de fatores que forma o chamado ambiente institucional e que pode impactar significativamente a competitividade. Assim, o conhecimento dos fatores e sua classificação quanto ao grau de controlabilidade, bem como a definição da medida em que impactam o desempenho da cadeia agroindustrial, são essenciais para o estabelecimento de estratégias empresariais e de políticas públicas para a melhoria de sua competitividade.

Para Melz (2010) a análise da competitividade tem utilidade para as empresas e para o poder público. Para as empresas permite conhecer qual a melhor forma de atuar no mercado. Permite ainda, obter ganhos na coordenação dos elos da cadeia. Para o poder público, o conhecimento dos determinantes de competitividade permite o estabelecimento de políticas públicas que melhoram a eficiência da cadeia como um todo, facilitando o acesso das empresas aos mercados interno e externo.

A análise de competitividade proposta por Van Duren *et al* (1991) posteriormente modificada por Silva e Batalha, adota dimensões de competitividade que podem em princípio ser mensurados objetivamente na medida em que informações quantitativas e qualitativas estejam disponíveis para essa finalidade, como: informações estatísticas de domínio público ou privado e/ou dados levantados diretamente junto aos agentes participantes do sistema.

Essas dimensões englobam itens tais como produtividade, tecnologia, produtos, insumos, estrutura de mercado, condições de demanda e relações de mercado, entre outros, e respondem, em última instância, pelo posicionamento competitivo do sistema sob análise e por sua sustentabilidade. Tais dimensões são descritas a seguir:

Ambiente institucional - constitui-se de regras impostas pela legislação, pela sociedade e pela política que cercam a firma (NORTH, 1994)

A avaliação da tecnologia - deve considerar os métodos processos, facilidades e equipamentos utilizados nas operações, aspectos relacionados a pesquisa e desenvolvimento, adaptabilidade da tecnologia e adoção de padrões tecnológicos. (SILVA e SOUZA FILHO, 2008).

Estrutura de mercado - pode fornecer informações relevantes a existência de mercados competitivos e concentrados . Essa análise permite verificar o nível de concorrência e cooperação entre os players (BATALHA e SILVA, 2007).

Estruturas de Governança e coordenação - São as diferentes formas organizacionais que condicionam as transações dentro de uma cadeia produtiva. (SOUZA FILHO, *et al*, 2008).

Gestão da firma - A eficiente gestão da firma deve utilizar ferramentas que permitam identificar os sinais do mercado e alocar os recursos disponíveis da melhor forma, como ferramentas de gestão financeira, contábil de marketing e produção (MELZ, 2010).

Insumos - nesta categoria incluem-se os fatores relacionados ao tratamento da matéria prima e sua aquisição, como capacidade de mão de obra , custo dos insumos entre outros.

Armazenamento e transporte - armazenamento se refere à capacidade de manter produtos disponíveis para a venda e transporte está relacionado às formas de escoamento da produção.

As sete dimensões de competitividade citadas, juntamente com suas variáveis / subdimensões, são utilizadas para modelar o modelo adaptativo para a avaliação da competitividade de cadeias produtivas utilizando as técnicas de Sistemas Fuzzy e Redes Neurais Artificiais; essas técnicas são revisadas no próximo capítulo.

3. TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

Neste capítulo são apresentados conceitos básicos sobre as técnicas da Inteligência Computacional utilizadas para implementação da solução proposta do problema pesquisado.

3.1. REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS

3.1.1. Introdução

Segundo Barp (1999), as redes neurais artificiais (RNA's), também chamadas na linguagem científica de modelos matemáticos de redes neurais naturais, constituem-se de algoritmos de processamento numérico e computacional que vêm sendo objeto de intensa pesquisa e desenvolvimento recente, diante da capacidade de tratamento de grande número de informações, adaptação a sistemas e processos complexos que incluem não linearidades e descontinuidades. O objetivo inicial desses modelos era produzir, o mais próximo possível, os mecanismos de transmissão de informações do cérebro humano, quanto às tarefas de tomar decisões, processar, aprender, lembrar e otimizar as informações.

As RNAs são modelos conexionistas (modelo baseado na conexão de estruturas neuronais) com a capacidade de aprender a partir do conhecimento de situações passadas, dando resposta a novas situações, especialmente em problemas com uma forte componente de ruído e/ou informação incompleta (PRECHELT, 1994). Esta é a razão principal das vantagens comparativas que alcançaram em áreas tão distintas como os sistemas periciais, a filtragem de dados, a visão por computador ou o planejamento (GALLANT, 1993) (NEVES e CORTEZ, 1979).

3.1. 2. Estrutura de uma rede neural artificial

Segundo Holland (1992), semelhante ao sistema biológico, uma RNA possui, simplificada, um sistema de neurônios, ou nós, e conexões ponderadas (equivalente às sinapses), ou pesos. Em uma RNA os nós são arrumados em camadas, com conexões entre elas.

Para entender como uma RNA aprende é necessário saber como os pesos da rede afetam sua saída. O aprendizado de uma RNA envolve os ajustes dos pesos. A Figura 4 mostra o esquema de um neurônio artificial criado a partir do modelo simplificado do neurônio biológico PERELMUTER (1996). O neurônio artificial possui várias entradas (X_i), que podem ser estímulos do sistema ou saídas de outros neurônios.

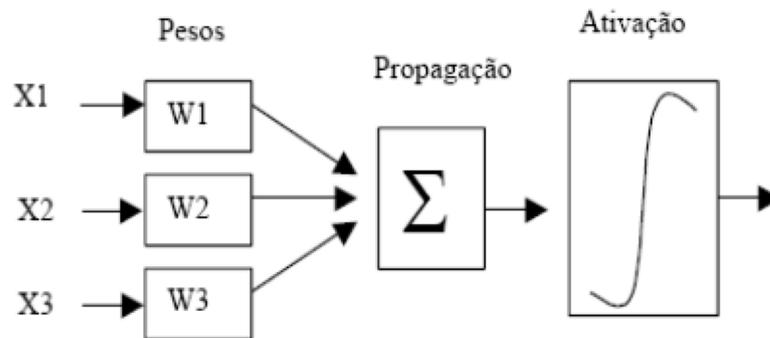


Figura 4 - Esquema de Neurônio Artificial

Fonte: Rumelhart et al (1986)

O neurônio artificial é dividido em 2 seções funcionais. A primeira seção combina todas as entradas que alimenta o neurônio, conforme a eq. 1. Essa etapa indica como as entradas serão computadas (regra de propagação).

$$v_i(k) = \sum_{i=1}^n w_i^u(k)u(k). \quad (1)$$

onde w_i^u é um número real que sumariza a conexão sináptica da entrada do i ésimo neurônio para a saída do j ésimo neurônio. A conexão sináptica é conhecida por excitatória se $w_i^u > 0$ e por inibitória se $w_i^u < 0$.

A segunda seção recebe esse valor e faz um cálculo determinando o grau de importância da soma ponderada utilizando uma função de transferência, ou função de ativação, entre as funções mais utilizadas estão a sigmoide ou logística e a tangente hiperbólica pelas características de não linearidade que fornecem. A sigmoide é dada pela eq. 2. Essa função determina a que grau a soma ponderada das entradas da rede causará uma excitação ou inibição do neurônio.

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-kx}} \quad (2)$$

Onde k é um escalar positivo.

A forma pela qual os neurônios de uma RNA estão estruturados (interconectados) define a arquitetura ou topologia de rede. Em geral é possível distinguir três classes fundamentais de arquiteturas: *redes feedforward* de uma única camada, *redes feedforward* de múltiplas camadas e *redes recorrentes*.

No caso mais simples de redes em camadas (*layers*), tem-se uma camada de entrada com neurônios cujas saídas alimentam a última camada da rede. Geralmente, os neurônios de entrada são propagadores puros, ou seja, eles simplesmente repetem o sinal de entrada em sua saída distribuída. Por outro lado, as unidades de saída costumam ser unidades processadoras, como apresentado na Figura 5. A propagação de sinais nesta rede é puramente unidirecional (*feedforward*): os sinais são propagados apenas da entrada para a saída, e nunca vice-versa.

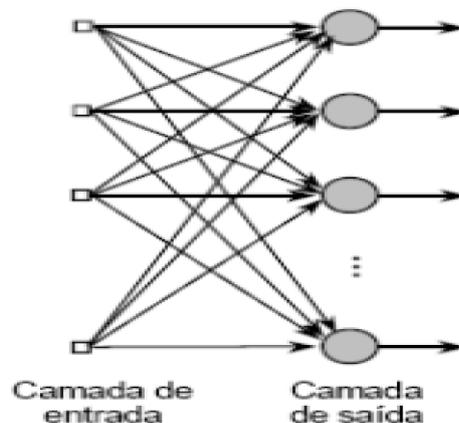


Figura 5 - Rede com uma camada de entrada e uma camada de saída

O perceptron multi camadas é caracterizado por uma ou mais camadas intermediárias ou escondidas. Adicionando-se uma ou mais camadas intermediárias, aumenta-se o poder computacional de processamento não-linear e armazenagem da rede. O conjunto de saídas dos neurônios de cada camada da rede é utilizado como entrada para a camada seguinte. A Figura 6 representa conceitualmente a arquitetura de uma RNA *Multi Layer Perceptron* (MLP), ou rede multi-camadas diretas. Os círculos

representam os nós e as linhas representam os pesos das conexões. Uma RNA pode conter uma ou várias camadas escondidas, de acordo com a complexidade do problema.

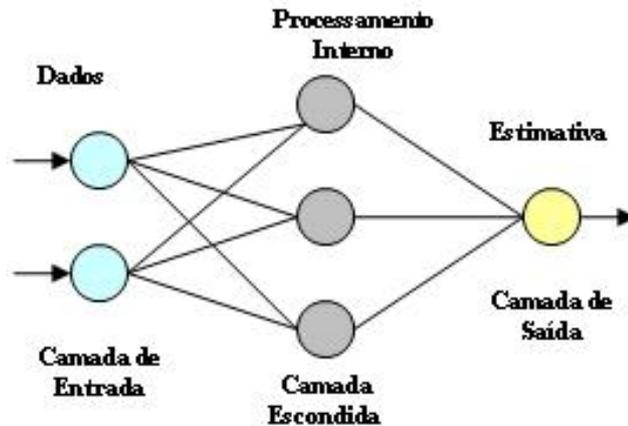


Figura 6 - Arquitetura de uma Rede Neural Artificial MLP

Por outro lado, as RNA recorrentes ou também redes *feedback* são aquelas que possuem ciclos na disposição de seus neurônios. As duas redes recorrentes que possuem grande importância são as redes de Hopfield e as redes bidirecionais.

3.1.3. Métodos de aprendizagem

Aprendizagem (ou treinamento) é o processo pelo qual os parâmetros livres de uma rede neural são adaptados através de um mecanismo de apresentação de estímulos fornecidos pelo ambiente no qual a rede está inserida. O tipo de treinamento é definido pela forma na qual os parâmetros são modificados (HAYKIN, 1999).

Dentre os possíveis tipos de treinamento de uma rede neural pode-se destacar o tipo supervisionado. Nesse tipo de treinamento, pares de entradas e saídas são apresentados à RNA. Os sinais de entradas são propagados através da rede, produzindo uma resposta na saída. A resposta é comparada com o sinal de saída desejado e assim, a rede gera um sinal de erro que corresponde à diferença desses sinais.

O sinal de erro obtido é utilizado então, para calcular o ajuste necessário aos pesos sinápticos da rede, os quais serão corrigidos até que a resposta da rede case com a saída desejada. Esse é o processo de minimização do erro.

Nesse tipo de aprendizado, os cálculos necessários para minimizar o erro são importantes e estão atrelados ao algoritmo utilizado, como no *backpropagation*, por exemplo, onde são considerados parâmetros como o tempo por iteração, o número de iterações por padrão de entrada para o erro alcançar um valor mínimo no treinamento, a ocorrência de um mínimo local ou global e a capacidade da rede escapar desses mínimos locais. Esse tipo de treinamento foi o utilizado pela solução proposta.

3.1.4. Topologia e treinamento de redes neurais artificiais

Há muitas arquiteturas e diferentes algoritmos de treinamento para as redes neurais artificiais. No caso da solução proposta, utilizou-se uma arquitetura de *perceptron* multi camadas com o algoritmo de treinamento *backpropagation* padrão. Assim, abordaremos de forma detalhada as redes perceptron multi-camadas (MLP) em sua forma direta utilizando o algoritmo de treinamento *backpropagation*.

3.1.4.1. Rede neural Feedforward

A rede neural *feedforward* usada neste estudo é uma rede MLP, ou seja, uma arquitetura onde os neurônios são organizados em duas camadas de processamento.

As redes neurais com apenas duas camadas são constituídas de uma camada de entrada que se conecta a uma camada de neurônios de saída. Os neurônios da camada de entrada são neurônios especiais, cujo papel é exclusivamente distribuir cada uma das entradas da rede (sem modificá-las) a todos os neurônios da camada seguinte. A forma mais simples deste tipo de rede neural consiste de um único neurônio na camada de saída, sendo conhecido como perceptron. O perceptron foi objeto de intensa pesquisa durante os anos 50 e 60, mas em 1969, M. Minsky e S. Papert provaram matematicamente que este tipo de estrutura de processamento apresenta limitações importantes e podem ser aplicadas com sucesso a uma classe muito restrita de problemas (MINSKY e PAPERT, 1988). Mais especificamente foi provado que o *perceptron* é capaz de resolver apenas problemas linearmente separáveis.

No entanto, com a utilização de redes de múltiplas camadas com pelo menos uma camada escondida (camada que não é nem entrada, nem saída), ou perceptron

multi-camadas (MLP), muitas das limitações apresentadas pelo perceptron deixam de existir.

3.1.4.1.1. *Treinamento de uma rede neural feedforward*

Uma RNA ajusta seus pesos na fase de treinamento. É fornecido um dado de observação, o qual é processado, e uma resposta será produzida. O resultado fornecido é comparado com uma saída desejada, saída correta. Se a rede acerta essa saída, então ela não faz nada, entretanto se o resultado não está correto, ocorre um ajuste dos pesos de modo que o erro seja minimizado.

Existem, atualmente, vários algoritmos para treinar redes MLP. O algoritmo de aprendizado mais conhecido para treinamento destas redes é o *backpropagation*. A maioria dos métodos de aprendizado para RNAs do tipo MLP utiliza variações deste algoritmo. O *backpropagation* é um algoritmo supervisionado, que utiliza pares (entrada, saída desejada) para, através de um mecanismo de correção de erros, ajustarem os pesos da rede. O treinamento ocorre em duas fases, onde cada fase percorre a rede em um sentido. Estas duas fases são chamadas de fase *forward* e fase *backward*.

O *backpropagation* é baseado na regra delta proposta por Widrow e Hoff (1960), uma variante desta regra chamada de regra delta generalizada conforme eq. 3. Este algoritmo propõe uma forma de definir o erro dos nodos das camadas intermediárias, possibilitando o ajuste de seus pesos.

$$\Delta W_{ji}(n+1) = \mu \delta_j O_i + \alpha \Delta W_{ji}(n) \quad (3)$$

onde $\Delta W_{ji}(n+1)$ é o ajuste introduzido em $n+1$ no peso de conexão entre os neurônios i e j . μ é uma constante chamada taxa de aprendizado que controla a intensidade de correção feita nos pesos de conexão a cada iteração do processo. Quanto maior a taxa de aprendizado tanto maior as mudanças que serão introduzidas nos pesos em cada iteração. α é uma constante chamada fator suavizante que faz o processo de aprendizado considerar o valor do peso no momento n . δ é o sinal de erro na saída do neurônio.

As equações da rede *feedforward* são:

$$v_i(k) = \sum_{i=1}^n w_i^u(k)u(k). \quad (4)$$

$$x_i(k) = f(v_i), \quad (5)$$

$$y(k) = \sum_{i=1}^n w_i^y(k)x_i(k) \quad (6)$$

onde, w_i^u e w_i^y , $i,j=1,2,\dots,n$, são os pesos das conexões, respectivamente, entre as unidades de entrada e a camada oculta e entre a camada oculta e as unidades de saída, f é a função de ativação sigmoidal.

Para obter o algoritmo *backpropagation*, consideram-se as equações 3 e 5. O conjunto de dados de treinamento é $(u(k), y_d(k))$, $k=1, 2, \dots, N$, onde $y_d(k)$ é a saída desejada da rede. Quando um par de dados entrada-saída é apresentado para a rede no tempo k , o erro quadrático para a saída da rede é definido como.

$$E_k = \frac{1}{2}(y_d(k) - y(k))^2 \quad (7)$$

Quando o aprendizado supervisionado é utilizado, os pesos são modificados a cada passo de tempo K . Para $w_i^y(k)$, o gradiente do erro é calculado pela eq. 8.

$$\frac{\partial E_k}{\partial w_i^y(k)} = -(y_d(k) - y(k)) \frac{\partial y(k)}{\partial w_i^y} = -(y_d(k) - y(k))x_i(k). \quad (8)$$

Para $w_i^u(k)$ tem-se

$$\frac{\partial E_k}{\partial w_i^u(k)} = -\frac{\partial E_k}{\partial y(k)} \frac{\partial y(k)}{\partial x_i(k)} \frac{\partial x_i(k)}{\partial v_i(k)} \frac{\partial v_i(k)}{\partial w_i^u(k)} = -(y_d(k) - y(k))w_i^y(k)f_{v_i}u(k) \quad (9)$$

Na eq. 9 f_{v_i} é a derivada de f em relação a v_i .

A variação geral dos pesos no método do gradiente descendente é dada pela eq.

10.

$$\Delta w = -\eta \frac{\partial E_k}{\partial w} \quad (10)$$

Desta forma as equações de variação de pesos para a camada de saída e camada intermediária ficam:

$$\Delta w_i^y(k) = \eta(y_d(k) - y(k))x_i(k). \quad (11)$$

$$\Delta w_i^u(k) = \eta(y_d(k) - y(k))w_i^y(k)f_v' u(k) \quad (12)$$

Com a utilização do algoritmo de retropropagação, o modo de treinamento varia de acordo com a forma que o conjunto de treinamento é apresentado. Uma apresentação de todo o conjunto de treinamento durante o processo de aprendizagem é chamado de época e os pesos são alterados depois que o algoritmo processa uma observação ou todo o conjunto de treinamento (HAYKIN, 1999; FINE, 1999).

As Redes Neurais Artificiais (RNA's) são vistas como modelos paramétricos não lineares. Esta metodologia possui a vantagem de detectar implicitamente qualquer relação não linear entre a variável resposta e as variáveis explicativas Haykin (2001). O processamento neural é capaz de extrair relações das variáveis de entrada diretamente sobre os espaços de dimensão elevada que tipicamente as caracterizam, tornando tal processamento uma ferramenta valiosa em problemas complexos de reconhecimento de padrões. Por outro lado, redes neurais podem trabalhar em conjunto com outras técnicas de processamento, permitindo que se utilize o conhecimento acumulado em uma determinada área de aplicação (SANTOS *et al*, 2005)

A capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação aprendida representam atrativos importantes para a escolha de uma solução neural de problemas diversos. A generalização associada à capacidade da rede de aprender através de um conjunto de exemplos, representativo do problema que se pretende estudar, e, posteriormente, fornecer respostas coerentes para dados não apresentados anteriormente é uma demonstração de que a capacidade das RNA vai muito além de mapear relações de entrada e saída. As RNA são capazes de extrair informações não apresentadas de forma explícita através dos exemplos (BRAGA *et al*, 1998).

3.2. LÓGICA FUZZY

3.2.1. Introdução

A Lógica Fuzzy é um modelo baseado na teoria dos Conjuntos Fuzzy. Na lógica convencional/booleana uma proposição tem dois extremos: ou é completamente verdadeiro ou é completamente falso. Entretanto, na Lógica Fuzzy uma premissa varia em grau de verdade de 0 a 1, o que leva a ser parcialmente verdadeira ou parcialmente falsa. A lógica fuzzy trata da importância relativa de precisão.

A lógica fuzzy é uma forma conveniente de mapear um espaço de entrada para um espaço de saída adequado. Este é o ponto de partida para todo o resto, e o grande destaque aqui é a palavra "conveniente" (JANG e SUN, 1995) . Um exemplo gráfico de um mapa de entrada-saída é mostrado na Figura 7.

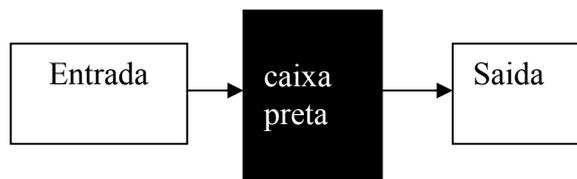


Figura 7 - Esquema de mapeamento de entradas para saídas

É tudo uma questão de entradas mapeadas para as saídas adequadas. Entre a entrada e a saída existe uma caixa preta que faz o trabalho. Sendo que o processamento realizado na caixa preta poderia ser feito por sistemas fuzzy, sistemas lineares, sistemas especialistas, redes neurais, equações diferenciais, interpoladores, tabelas multidimensionais de busca.

Das diversas maneiras de fazer o trabalho de caixa preta, verifica-se que a abordagem fuzzy é muitas vezes o melhor caminho. Lotfi Zadeh, que é considerado o pai da lógica fuzzy, comentou certa vez: "Em quase todos os casos, pode-se construir o mesmo produto sem lógica fuzzy, mas ela é mais rápida e mais barata (Jang e Sun, 1995).

O controle executado pela lógica Fuzzy imita um comportamento baseado em regras ao invés de um controle restrito a modelos matemáticos como equações diferenciais. O objetivo da Lógica Fuzzy é gerar uma saída lógica a partir de um conjunto de entradas não precisas, com ruídos ou até mesmo faltantes (WANG, 1997).

Segundo Shaw (1999), os sistemas Fuzzy são indicados quando se deseja automatizar processos que dependem da experiência de operadores humanos, permitindo que o comportamento do sistema de controle se aproxime da forma humana de pensar. Seres humanos são capazes de lidar com processos complexos, baseados em informações que são imprecisas ou aproximadas. A Lógica Fuzzy compreende um ferramental matemático que permite a tradução destas informações em valores linguísticos, bem como a manipulação desses, ou seja, utiliza linguagem natural, a base para a comunicação humana (TANSCHHEIT, 2002).

Segundo Jang e Sun (1995) a linguagem natural, que é usada por pessoas comuns diariamente, foi moldada por milhares de anos da história humana e é conveniente e eficiente. Frases escritas na linguagem comum representam um triunfo da comunicação eficiente. Mas, geralmente não se percebe isso porque a linguagem comum é, naturalmente, algo que se usa todos os dias. Mas desde que a lógica fuzzy foi construída sobre as estruturas da linguagem cotidiana, ficou mais fácil seu uso (já que a lógica fuzzy mais de perto "fala a nossa língua").

3.2.2. Teoria de Conjuntos Fuzzy

3.2.2.1. Conjuntos Fuzzy

Para Jang e Gulley (1997) um conjunto fuzzy é um conjunto sem uma fronteira nítida e claramente definida. Ele pode conter elementos com apenas um grau parcial de pertinência. Para entender o que é um conjunto fuzzy, primeiramente considera-se o que podemos chamar de um conjunto clássico. Um conjunto clássico é um recipiente que inclui totalmente ou exclui totalmente qualquer elemento de dado. Por exemplo, o conjunto de dias da semana, sem dúvida, inclui segunda-feira, quinta-feira e sábado. Ele exclui inquestionavelmente manteiga, liberdade e sapato, e assim por diante.



Figura 8 - a) Conjunto de dias da semana e b) Conjunto dos dias do final de semana

Considere agora o conjunto de dias que formam a semana conforme a Figura 10 a e o fim de semana Figura 8.b.

A figura 8.(a) seria uma reafirmação da lei do terceiro excluído de Aristóteles: "De qualquer assunto (digamos segunda-feira), uma coisa (sendo um dia da semana) deve ser ou afirmada ou negada (eu afirmo que segunda-feira é um dia da semana)." Esta lei exige que os opostos, as duas categorias A, não-A contêm entre elas todo o universo. Tudo cai dentro de um grupo ou de outro. Não há nenhuma coisa que seja um dia da semana e não um dia da semana.

A maioria concorda que sábado e domingo pertencem ao final de semana, mas sexta-feira parece uma parte do fim de semana, mas de alguma forma parece que deve ser tecnicamente excluído. Assim, na Figura 8.(b) sexta-feira está em cima do muro. Conjuntos clássicos ou "normais" não toleram esse tipo de coisa. Ou está dentro ou está fora do conjunto. Mas a experiência humana sugere algo diferente, porém: pois estar "em cima do muro" é uma parte da vida. Nesse caso, a lógica sim-não deixa de ser útil. O raciocínio difuso torna-se valioso exatamente quando se está falando sobre como as pessoas realmente percebem o conceito de "fim de semana", em oposição a uma classificação simplória útil somente para fins contábeis. Mais do que qualquer outra coisa, a seguinte declaração de Jang e Gulley (1997) lança as bases para a lógica fuzzy:

Qualquer afirmação pode ser fuzzy. A ferramenta que o raciocínio distorcido dá é a capacidade para responder a uma pergunta sim-não com uma resposta não-muito-sim-ou-não. Este é o tipo de coisa que os seres humanos fazem o tempo todo (pense em como você raramente obtém uma resposta direta a uma pergunta aparentemente simples), mas é um truque bastante novo para computadores.

3.2.2.2. *Variáveis Lingüísticas*

Segundo Gonçalves (2007), uma variável linguística é uma variável cujos valores são nomes de conjuntos fuzzy. A ideia de capacitar de modo impreciso as variáveis de um problema em termos de conceitos qualitativos ao invés de quantitativos, traduz a ideia de uma variável linguística (SOUZA, 2003).

As variáveis linguísticas podem ser definidas também como uma extensão das variáveis numéricas, pois elas são transformadas em conjuntos fuzzy com seus respectivos valores (WANG, 1997).

3.2.2.3. Funções de pertinência

Para Jang e Sun (1995) a função de pertinência (FP) é uma curva que define como cada ponto no espaço de entrada é mapeado para um valor de adesão (ou grau de associação) entre 0 e 1. O espaço de entrada é por vezes referido como o universo do discurso, um nome fantasia para um conceito simples.

Um dos exemplos mais utilizados de um conjunto fuzzy é o conjunto de pessoas altas. Neste caso, o universo de discurso são todas as alturas potenciais, digamos, 1 m a 1,90 m, e a palavra "alto" corresponderia a uma curva que define o grau em que qualquer pessoa é alto. Se o conjunto de pessoas altas tem a fronteira bem definida de um conjunto clássico, como na Figura 9.(a), podemos dizer que todas as pessoas mais altas do 1,7 m são oficialmente consideradas altas. Mas não é razoável chamar uma pessoa de baixa e outra de alta quando elas diferem em altura apenas por alguns milímetros.

Para resolver a questão, a figura 9.(b) mostra uma curva suave que passa variando de não-alto para alto. A saída do eixo é um número conhecido como o valor de associação entre 0 e 1. A curva é uma função de pertinência que define a transição de alto para não alto. Assim, a pessoa é alta até certo ponto, mas é significativamente menos alta do que a outra.

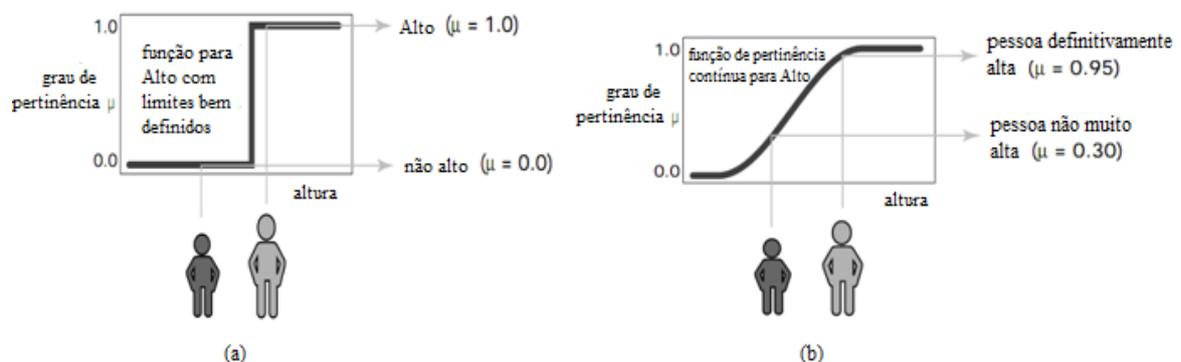


Figura 9 - a) Função crisp e b) Função fuzzy

Fonte: Jang e Gulley (1997)

Os valores da função de pertinência devem variar entre 0 e 1. A função em si pode ser uma curva cuja forma arbitrária em função da conveniência, do ponto de vista da simplicidade, conveniência, velocidade e eficiência.

Para Miranda (2003), o número de funções de pertinência de conjuntos fuzzy e a forma escolhida dependem de alguns fatores, tais como: precisão requerida, a capacidade de dar a resposta desejada e a estabilidade do sistema, facilidade de implementação, manipulação, manutenção, e assim por diante. As funções de pertinência trapezoidal e triangular são as mais comumente utilizadas.

Matematicamente os conjuntos clássicos e fuzzy podem ser definidos como:

Um conjunto clássico pode ser expresso como $A = \{x \mid x > 6\}$

Um conjunto fuzzy é uma extensão de um conjunto clássico. Se X é o universo de discurso e os seus elementos são denotadas por x , em seguida, um conjunto fuzzy A em X é definido como um conjunto de pares ordenados:

$$A = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\} \quad (13)$$

Onde $\mu_A(x)$ é a função de pertinência (FP) de x em A . A função de pertinência mapeia cada elemento de X para um valor de pertinência entre 0 e 1.

As funções mais simples da sociedade são formados usando linhas retas. Destes, o mais simples é a função de pertinência triangular, nada mais é do que uma coleção de três pontos formando um triângulo. A função de pertinência trapezoidal tem um topo plano e realmente é apenas uma curva de triângulo truncado. Estas funções de pertinência de linha reta têm a vantagem da simplicidade, essas funções podem ser vistas na Figura 10.

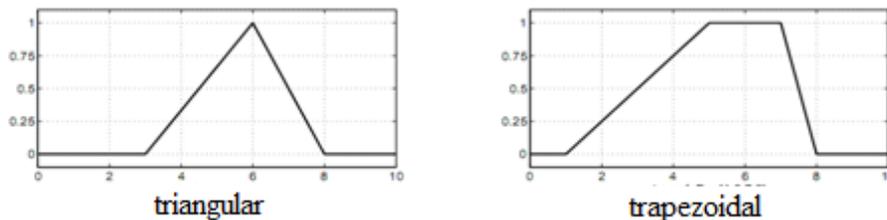


Figura 10 - Exemplos de funções de pertinência

3.2.2.4. Operadores lógicos (ou, E, não)

A coisa mais importante acerca do raciocínio lógico fuzzy é o fato de que trata-se de um superconjunto da lógica booleana padrão. Em outras palavras, se são mantidos os valores fuzzy para os extremos de 1 (totalmente verdadeiro) e 0 (completamente falso), realizam-se operações lógicas padrões, como por exemplo as operações E (intersecção), OU (união) e NÃO (negação). No entanto, na lógica fuzzy a verdade de qualquer afirmação é uma questão de grau de pertinência, Os valores de entrada para um teste lógico podem ser números reais entre 0 e 1. Assim para estender os resultados do teste com valores padrões para todos os valores pertencentes aos números reais entre 0 e 1 pode-se utilizar a função $\min(A, B)$ como equivalente a operação A E B, onde A e B são limitados ao intervalo (0,1). Usando o mesmo raciocínio, pode-se substituir a operação OR com a função \max , de modo a que A OU B torna-se equivalente ao $\max(A, B)$. Finalmente, a operação NÃO torna-se a equivalente à função $1-A$.

A intersecção de dois conjuntos fuzzy A e B está indicado em geral por uma função T que agrega dois graus de adesão como segue.

$$\mu_{A \cap B}(x) = T(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \otimes \mu_B(x) \quad (14)$$

onde \otimes é o operador binário para a função T. Esse operador de intersecção fuzzy, geralmente é referido como operador T-norma (norma triangular), satisfaz os seguintes requisitos:

$$\textit{Elemento neutro: } T(0, 0) = 0, T(a, 1) = T(1, a) = a$$

$$\textit{Monotonicidade: } T(a, b) \leq T(c, d) \text{ if } a \leq c \text{ and } b \leq d$$

$$\textit{Comutatividade: } T(a, b) = T(b, a)$$

$$\textit{Associatividade: } T(a, T(b, c)) = T(T(a, b), c)$$

O primeiro requisito impõe a generalização correta de conjuntos nítidos. O segundo requisito implica que uma diminuição nos valores de adesão em A ou B não pode produzir um aumento no valor de adesão A intersecção B. O terceiro requisito indica que o operador é indiferente a ordem dos conjuntos difusos a ser combinados.

Finalmente, o quarto requisito nos permite tomar a intersecção de qualquer número de conjuntos em qualquer ordem de agrupamentos de pares.

Como na intersecção fuzzy, o operador de união fuzzy é especificado em geral por uma função S:

$$\mu_A \cup_B(x) = S(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \oplus \mu_B(x) \quad (15)$$

onde \oplus é o operador binário para a função S. Esse operador geralmente é referido como operador T-conorma (ou S-norma), satisfaz os seguintes requisitos:

Elemento neutro: $S(1, 1) = 1, S(a, 0) = S(0, a) = a$

Monotonicidade: $S(a, b) \leq S(c, d)$ if $a \leq c$ and $b \leq d$

Comutatividade: $S(a, b) = S(b, a)$

Associatividade: $S(a, S(b, c)) = S(S(a, b), c)$

A justificativa destes requisitos básicos é semelhante ao dos requisitos para o operador T-norma.

3.2.2.4. Regras Fuzzy

O comportamento do sistema é definido por meio de regras da forma Se – Então. O lado se da regra possui uma ou mais condições chamadas de antecedentes e o lado então contém uma ou mais ações chamadas de consequente. O antecedente das regras corresponde diretamente aos graus de pertinência calculados durante o processo de fuzzificação (SOUZA, 2003).

O número de regras que compõem a base de regras de um sistema é formado combinando-se os conjuntos fuzzy gerados pelas variáveis de entrada.

A regra fuzzy se-então assume a forma.

Se x é A então y é B

onde A e B são os valores linguísticos definidos por conjuntos fuzzy sobre os intervalos (universos de discurso) X e Y, respectivamente. se a parte da regra "x é A" é chamado de antecedente ou premissa, enquanto a parte da regra então "y é B" é chamado o consequente ou conclusão.

Note-se que o antecedente é uma interpretação que retorna um número único entre 0 e 1, enquanto que a sequência é uma atribuição que atribui o conjunto inteiro B fuzzy para a variável de saída y.

Assim, a entrada para uma regra, se-então é o valor atual para a variável de entrada e a saída é todo um conjunto fuzzy.

Interpretar uma regra se-então envolve etapas distintas: a primeira é a avaliação do antecedente (que envolve a fuzzificação da entrada e a aplicação de qualquer operador fuzzy necessário) a segunda é a implicação que resulta no consequente. No caso de dois valores ou lógica binária, as regras se-então não apresentam muita dificuldade. Se a premissa é verdadeira, então a conclusão é verdadeira. Mas se relaxar as restrições da lógica de dois valores e deixar o antecedente ser uma declaração imprecisa, se o antecedente é verdadeiro em algum grau de adesão, o consequente também é verdade para o mesmo grau. Em outras palavras.

Em lógica binária: $p \rightarrow q$ (p e q são ambos verdadeiro ou falso)

Em lógica fuzzy: $0.5 p \rightarrow 0.5 q$ (antecedente parcial implica parcialmente)

O antecedente de uma regra pode ter múltiplas partes:

se x é A e y é B, então ...

caso em que todas as partes do antecedente são calculados simultaneamente e resolvidas para um único número usando os operadores lógicos discutidos na seção anterior.

O consequente de uma regra também pode ter múltiplas partes:

se x é A então y é B e w é C.

caso em que todos os consequentes são afetados igualmente pelo resultado do antecedente. O consequente especifica que um conjunto fuzzy será atribuído à saída. A função de implicação em seguida, modifica esse conjunto fuzzy para o grau especificado pelo antecedente. As formas mais comuns para modificar o conjunto fuzzy de saída são truncamento utilizando a função min (onde o conjunto fuzzy é "cortado", ou de escala utilizando a função prod (onde o conjunto fuzzy de saída é "esmagado").

3.2.2.5. Método de implicação

Usa-se o grau de suporte da regra inteira para moldar o conjunto fuzzy de saída. O consequente de uma regra fuzzy atribui todo um conjunto fuzzy para a saída. Se o antecedente é apenas parcialmente verdadeiro, então o conjunto fuzzy de saída é truncado de acordo com o método de implicação.

Em geral, uma regra por si só, não faz muito. O que é necessário são duas ou mais regras que podem ativar um ou outro conjunto. A saída de cada regra é um conjunto fuzzy, mas, em geral, queremos que a saída para uma coleção inteira de regras seja um único número. Primeiro os conjuntos fuzzy de saída para cada regra são agregadas em um único conjunto fuzzy de saída. Em seguida, o conjunto resultante é defuzzificado ou resolvido para um único número. Conforme mostrado na próxima seção

3.2.3. Estrutura de um Sistema Fuzzy

Um sistema fuzzy genérico possui entradas e saídas. Ele possui um conjunto de regras para inferir o controle no ciclo, como mostra a Figura 11.

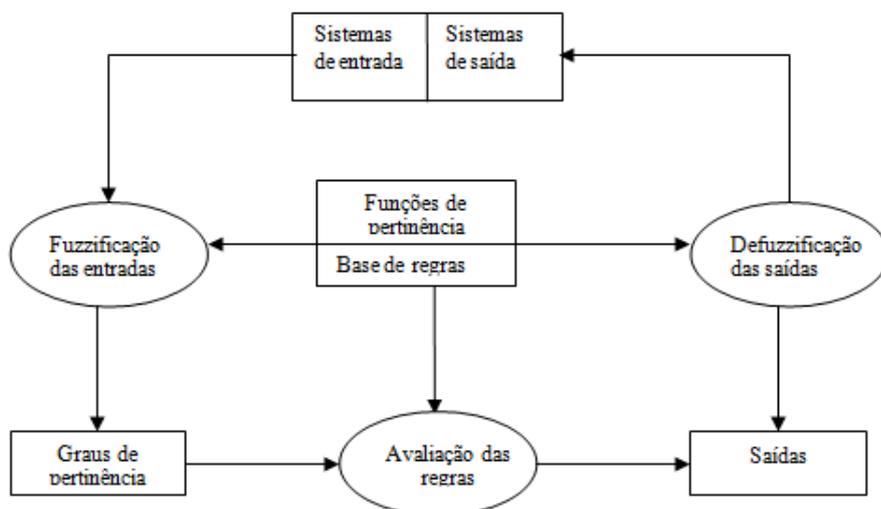


Figura 11 - Organização de um sistema fuzzy

3.2.3.1. Processo de Inferência Fuzzy

Para Jang e Sun (1995) inferência fuzzy é o processo de mapeamento a partir de uma dada entrada a uma saída usando a lógica fuzzy. O processo envolve todas as peças

que temos discutido nas seções anteriores: funções de pertinência, operadores de lógica fuzzy, e regras se-então.

Sistemas de inferência fuzzy foram aplicados com sucesso em áreas como controle automático, classificação de dados, análise de decisão, sistemas especialistas e visão computacional. Devido à sua natureza multi-disciplinar, o sistema de inferência fuzzy é conhecido por uma série de nomes, como fuzzy baseado em regras, sistema especialista fuzzy, lógica fuzzy, memória associativa fuzzy, controlador de lógica fuzzy, e simplesmente (e ambíguo) sistema difuso.

A figura 12 mostra de forma simplificada o fluxo de informações no sistema:

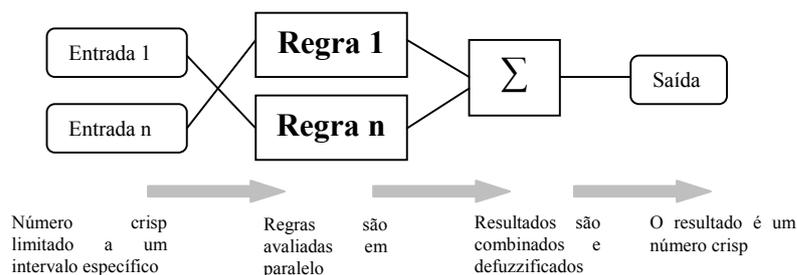


Figura 12 - Fluxo de informações em um sistema fuzzy

3.2.3.2. Fuzzificação das entradas

O Primeiro passo é determinar o grau em que cada entrada pertence a cada um dos conjuntos fuzzy por meio de funções de pertinência. A Entrada é sempre um valor numérico nítido limitado ao universo de discurso da variável de entrada e a saída um grau de adesão fuzzy (sempre o intervalo entre 0 e 1). Então a fuzzificação corresponde a uma busca em tabela ou avaliação de função.

No exemplo da gorjeta (JANG e Gulley,2007), cada uma das regras depende de resolver as entradas em um número de diferentes conjuntos linguísticos fuzzy: o serviço é ruim, o serviço é bom, a comida é ruim, a comida é deliciosa e assim por diante. Antes das regras serem avaliadas, as entradas devem ser fuzzificadas contra esses conjuntos linguísticos. A Figura 13 mostra o resultado da fuzzificação da entrada comida(valor crisp =8) em relação a variável linguística "deliciosa", num grau de pertinência $\alpha = 0,7$.

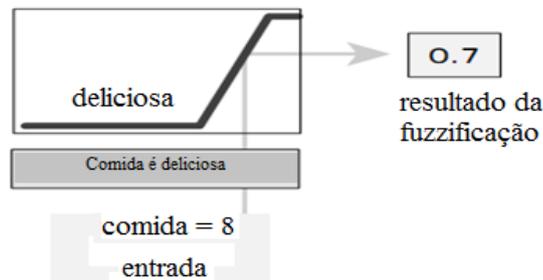


Figura 13 - Exemplo de fuzzificação de variável de entrada

3.2.3.3. Aplicação do Operador Fuzzy

Uma vez que as entradas são fuzzificadas, sabe-se o grau em que cada parte do antecedente foi satisfeita por cada regra. Se o antecedente de uma determinada regra tem mais de uma parte, o operador fuzzy é aplicado para obter um único número que representa o resultado do antecedente para aquela regra. Este número será então aplicado à função de saída. A entrada para o operador fuzzy são dois ou mais valores de pertinência das variáveis de entrada fuzzificadas. A saída é um valor verdade único.

Conforme descrito na seção de operações lógicas fuzzy, qualquer número de métodos bem definidos podem ser usados com a operação AND ou OR, como os métodos min (mínimo) e prod (produto), max (máximo), e o PROBOR (método probabilístico OR). O método probabilístico OR (também conhecido como a soma algébrica) é calculado de acordo com a equação

$$\text{probor}(a,b) = a + b - ab \quad (16)$$

3.2.3.4. Aplicação do método de implicação

Antes de aplicar o método de implicação, temos que cuidar do peso da regra. Cada regra tem um peso (um número entre 0 e 1), o qual é aplicado sobre o número dado pelo antecedente. Geralmente, este peso é de 1 (como no exemplo) e assim não tem nenhum efeito sobre o processo de implicação. Mas pode ser necessária a adição de uma uma regra de maior peso em relação as outras, alterando seu valor de peso para um valor menor que 1.

Para Jang e Gulley (1997) o método de implicação é definido como a formação de um conseqüente (um conjunto fuzzy) baseado no antecedente (um número único). A entrada para o processo de implicação é um número único dado pelo antecedente, e a

saída é um conjunto fuzzy. A implicação ocorre para cada regra, como exibido na Figura 14.

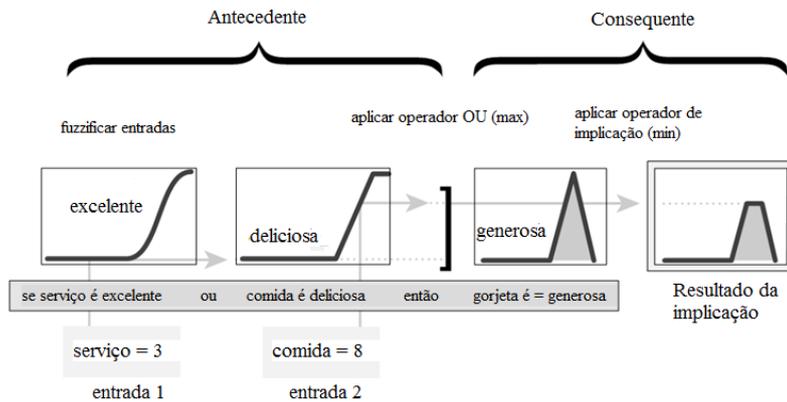


Figura 14 - Exemplo de aplicação do método de implicação fuzzy

Fonte: Jang e Gulley (1997)

3.2.3.5. Agregação das saídas

A agregação ocorre quando unificamos as saídas de cada regra, unindo os resultados paralelos. É uma questão de tomar todos os conjuntos fuzzy que representam a saída de cada regra e combiná-los em um único conjunto fuzzy em preparação para a quinta e última etapa, a defuzzificação. A agregação ocorre apenas uma vez para cada variável de saída. A entrada do processo de agregação é a lista de funções de saída truncadas devolvidas pelo processo de implicação para cada regra. A saída do processo de agregação é um conjunto fuzzy de cada variável de saída.

Aa Figura 15 serve para mostrar como a saída de cada regra do sistema fuzzy gorjeta é combinada, ou agregada num único conjunto fuzzy para obter um resultado global.

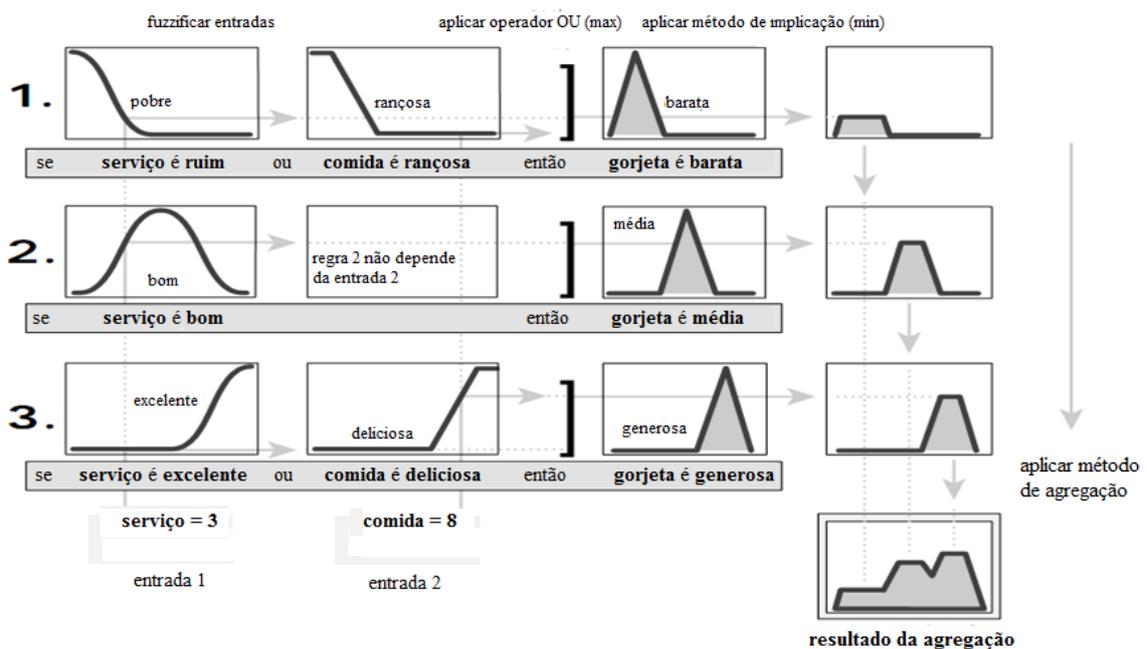


Figura 15 - Exemplo de aplicação do método de agregação de conjuntos de saída

Fonte: Jang e Gulley (1997)

3.2.3.6. Defuzzificação

A entrada para o processo de defuzzificação é um conjunto fuzzy (o conjunto fuzzy agregado de saída) e a saída é um único número crisp. Assim como a fuzzificação faz a avaliação da regra durante as etapas intermediárias, a saída final de cada variável é um valor crisp. Assim, dado um conjunto fuzzy que engloba uma gama de valores de saída, precisamos retornar um número, resultante da conversão de um conjunto fuzzy numa saída crisp.

Um dos métodos mais populares de defuzzificação é o cálculo centróide, mostrado na Figura 16, que retorna o centro da área da saída fuzzy resultante. Existem outros métodos como: bissetriz, média do valor máximo (a média do valor máximo de saída do conjunto), o maior dos máximos, e o menor dos máximos, etc.

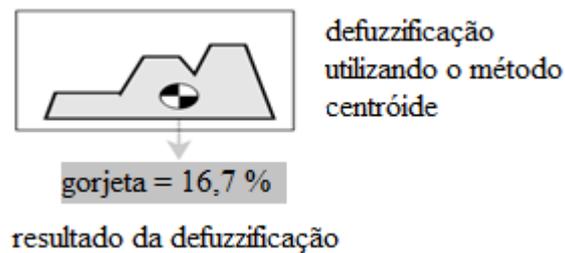


Figura 16 - Exemplo de defuzzificação utilizando o método centróide

3.2.4. Modelo de Inferência de Sugeno

O processo de inferência fuzzy mostrado até agora é conhecido como método de inferência fuzzy de Mamdani. É a metodologia mais comumente utilizada nos sistemas. Foi proposto em 1975 por Ebrahim Mamdani.

O método de inferência fuzzy de Mamdani, considera que as funções de pertinência de saída são conjuntos fuzzy. Assim, depois do processo de agregação há um conjunto fuzzy para cada variável de saída que precisa ser defuzzificado. É possível, e em muitos casos mais eficiente, usar uma função de pertinência que seja um pico único para saída, ao invés de um conjunto fuzzy distribuído. Isto é por vezes conhecido como uma função de pertinência de saída *singleton*, que pode ser considerada como um conjunto fuzzy pré-defuzzificado. Essa função aumenta a eficiência do processo de defuzzificação porque simplifica sobremaneira o custo computacional requerido para encontrar o centróide de uma figura. Ao invés de integrar com uma variação contínua uma forma bidimensional para encontrar o centróide, é necessário apenas encontrar a média ponderada de alguns pontos de dados, o que é feito pelo sistema de inferência do tipo Takagi e Sugeno (1985).

O método de Sugeno é similar ao de Mamdani em vários aspectos. De fato, as duas primeiras etapas, fuzzificação das entradas e aplicação do operador fuzzy é exatamente a mesma (JANG e SUN, 1995).

Uma regra fuzzy típica em um sistema tipo Sugeno de ordem zero tem a forma:

if x is A and y is B then $z = k$

onde A e B são conjuntos fuzzy no antecedente, enquanto que k é uma constante *crisp* definida no conseqüente. Quando a saída de cada regra é uma constante como esta, a semelhança com o método de Mamdani é impressionante.

As distinções são apenas o fato de que todas as funções de pertinência de saída são pontos únicos, e os métodos de implicação e agregação são fixos e não podem ser editados.

O modelo de Sugeno de primeira ordem, tem regras da forma (TANAKA e WANG, 2001):

$$\text{if } x_i \text{ é } M_{il} \dots \text{ e } x_n \text{ é } M_{in} \text{ então } y = a_i X$$

onde $X^T = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ são as entradas; $i=1,2,\dots, r$ e r é o número de regras; M_{il} e M_{in} são conjuntos *fuzzy* no antecedente, enquanto que a_i é constante, x_i e x_n são as entradas. A função linear $y = a_i X$ é o conseqüente da i ésima regra *IF-then*, onde $a_i \in R^{xn}$.

A maneira mais fácil de visualizar um sistema tipo Sugeno de primeira ordem, é pensar em cada regra como uma definição da localização de um "singleton em movimento." Isto é, os pontos de saída do Singleton podem caminhar ao redor do espaço de saída, dependendo do valor da entrada. Isto também tende a tornar o sistema de notação muito compacto e eficiente. Sistemas Sugeno de ordem superior são possíveis, mas eles introduzem complexidade significativa com mérito pouco óbvio.

A possibilidade de que a i ésima regra será ativada é dada pelo produto de todas as funções de pertinências associadas com a i ésima regra.

$$h_i(x) = \prod_{j=1}^n M_{ij}(x_j) \quad (17)$$

Qualquer regra num sistema Sugeno pode ser mais expressiva do que uma regra em um sistema tipo Mamdani, uma vez que é uma representação mais compacta e eficiente computacionalmente do que um sistema de Mamdani. O método de Sugeno presta-se a técnicas adaptativas.

Seguem algumas considerações sobre os dois métodos:

Vantagens do método de Sugeno: Computacionalmente eficiente; trabalha bem com técnicas lineares (PID control, etc.); Funciona bem com otimização e técnicas

adaptativas; continuidade garantida da superfície de saída; mais adequado para análise matemática e sistemas de controle.

Vantagens do método de Mamdani: mais intuitivo; aceitação ampla; mais adequado para soluções onde o tempo mínimo de processamento não seja o foco principal.

Uma tendência com visibilidade crescente relaciona-se com a utilização de lógica fuzzy, em combinação com neurocomputação e algoritmos genéticos, combinação conhecida como computação suave. Ao contrário da computação rígida tradicional, a *soft computing* é destinada a uma acomodação com a imprecisão fuzzy do mundo real e seu princípio orientador é: explorar a tolerância da imprecisão, incerteza e verdade parcial para alcançar tratabilidade, robustez e solução de baixo custo (JANG e SUN, 1995)).

Entre as várias metodologias de computação suave, a que tem maior visibilidade no momento são a lógica fuzzy e a neurocomputação, levando aos chamados sistemas neuro-fuzzy. Na lógica fuzzy, tais sistemas desempenham um papel particularmente importante na indução de regras a partir de observações. Um método eficaz desenvolvida pelo Dr. Roger Jang para este efeito é chamado ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System).

3.3. SISTEMAS NEURO-FUZZY

3.3.1. Introdução

As técnicas denominadas Neuro-Fuzzy foram propostas a partir do ano de 1990 para desenvolvimento de uma sistemática capaz de ajustar os parâmetros de um Sistema de Lógica Fuzzy (SLF) a partir de um conjunto de dados do tipo entrada-saída. Desta forma, um SLF que é inicialmente sintetizado a partir do conhecimento de especialistas, pode ser ajustado numericamente por meio modelos matemáticos para conseguir um melhor desempenho (HENRIQUES, 1999).

O trabalho de Jang e Sun (1995) apresenta uma estrutura denominada *rede adaptativa*, como uma representação universal para qualquer modelo parametrizado,

unificando os sistemas Fuzzy e as Redes Neurais Artificiais numa estrutura comum. Quando representado na forma de uma rede adaptativa, o sistema de lógica Fuzzy é denominado Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Esses sistemas combinam o método de inferência fuzzy com a habilidade de aprendizado das RNA's, onde a RNA auxilia na geração do conjunto de regras para o sistema fuzzy (BOTHE , 1997)).

Os métodos de inferência fuzzy mais conhecidos são o de Mandami, Sugeno e o modelo de Tsukamoto. O modelo de Sugeno é flexível por combinar na formação das regras informação subjetiva proveniente do conhecimento humano com informação objetiva e torna-se adequado ao emprego de técnicas adaptativas. Informações detalhadas sobre as arquiteturas Neuro-Fuzzy podem ser vistas em Jang e Sun (1995), Caminhas (1997), Figueiredo *et al* (1995) e Pedrycz (1998).

3.3.2. Modelo Neuro-Fuzzy de Sugeno

A estrutura de um sistema Neuro-Fuzzy baseado no modelo de Sugeno é apresentada na Figura 17. Esse modelo é composto por cinco camadas que são explicadas a seguir.

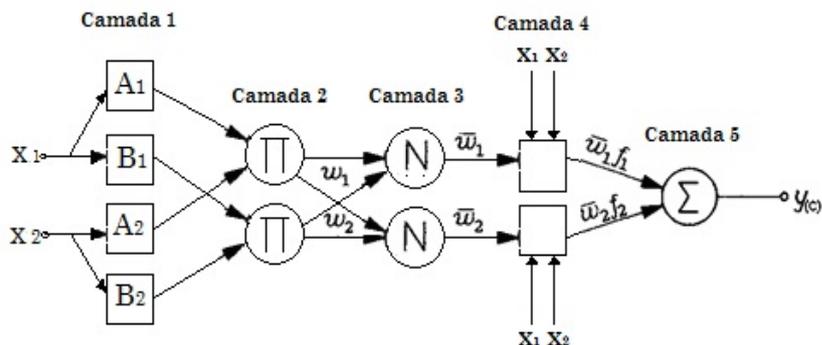


Figura 17 - Estrutura de um sistema Neuro-Fuzzy modelo Sugeno
 Fonte: Jang e Sun (1995)

Camada 1: cada nó i nesta camada é um nó adaptativo representando um conjunto fuzzy para uma determinada entrada, cuja saída será o grau de pertinência ativado pela correspondente entrada. A e B são as funções de pertinência de cada entrada (JANG e SUN, 1995).

Camada 2: cada nó i desta camada, representado pelo símbolo Π , tem a função de um operador classe T que modela o conectivo E usado no antecedente da i -ésima regra, aqui considerada no formato padrão. O valor de saída do nó representa o grau de ativação w_i da regra correspondente (Jang e Sun, 1995). Por exemplo, para uma regra E com entrada 1 = x_1 e entrada 2 = x_2 , o grau de ativação é,

$$E(F_1(X_1), F_2(X_2)) = W_i \quad (18)$$

onde $F_{1,2}(\cdot)$ são as funções de ativação para as entradas 1 e 2.

Camada 3: cada nó i desta camada, representado pelo símbolo N, calcula a razão entre o i -ésimo grau de ativação e o somatório de todos os outros, isto é, calcula o grau de ativação normalizado (Jang e Sun, 1995)

Camada 4: cada nó i desta camada é um nó adaptativo com a função f do consequente da i -ésima regra. Os parâmetros que compõem o conjunto de equações (Modelo Sugeno de 1ª. ordem), são ajustáveis pelo método de mínimos quadrados e denominados parâmetros consequentes Jang e Sun (1995).

$$\bar{w}_i (a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + b) = \bar{w}_i f_i \quad (19)$$

Para $i = 1, 2$

Camada 5: o nó desta camada, representado pelo símbolo Σ , calcula o valor resultante para a saída final $y_{(c)}$ que é a média ponderada de todas as saídas (defuzzificação), calculada como

$$\sum_{i=1}^n W_i f_i / \sum_{i=1}^n W_i = \text{SaidaFinal} \quad (20)$$

O ANFIS padrão utiliza para a geração da matriz do modelo o Grid Partition (partição grade), técnica que provoca uma explosão do número de regras quando o número de entradas é moderadamente grande, isto é, mais do que quatro ou cinco. Este problema da dimensionalidade é inerente a todos os sistemas de inferência fuzzy com partição grade. Para contornar esta situação, uma alternativa é gerar uma matriz utilizando *Scatter Partition* (partição de dispersão). Isso pode ser feito usando um algoritmo de clustering (agrupamento).

A seção seguinte trata de algumas técnicas de agrupamento que costumam ser utilizadas como os sistemas adaptativos.

3.3.3. Geração de regras com base em particionamento fuzzy

As técnicas de particionamento são usadas para determinar o agrupamento intrínseco num conjunto de dados sem rótulos. É o processo de organização dos objetos em grupos, cujos membros são similares de alguma forma. Entre várias técnicas de agrupamento disponíveis na literatura, as abordagens *grid partition* e *scatter partitioning* são as mais amplamente utilizadas (YAGER e FILEV, 1994) (CHIU, 1994). Assim, no presente estudo, são usadas essas duas abordagens.

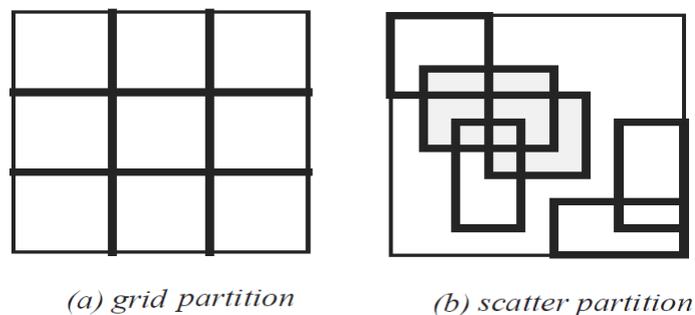


Figura 18 – (a) grid partition, (b) scatter partition

3.3.3.1. Grid Partition

A Figura 18 (a) mostra uma partição grade típica num espaço de entrada bidimensional. Grades fuzzy podem ser usadas para gerar regras fuzzy com base em dados de treinamento do tipo entrada e saída. Na abordagem adaptativa, uma grade uniformemente dividida pode ser utilizada para a inicialização, os conjuntos fuzzy de cada variável de entrada são compartilhados por todas as regras. O treinamento continua, e os parâmetros das funções de pertinência antecedentes são ajustados. Consequentemente, a grade difusa evolui. O método do gradiente descendente pode então ser usado para otimizar o tamanho e a localização das regiões da grade e o grau de sobreposição entre elas.

A principal desvantagem deste método de partição da grade é que o desempenho sofre com a explosão exponencial do número de entradas ou funções de pertinência quando o número de variáveis de entrada aumenta, o que é conhecido como o problema

da dimensionalidade, como o aumento variáveis de entrada, conhecida como a "maldição da dimensionalidade", que é um comum para a maioria dos métodos de particionamento [JOO e CHEN, 2009].

Esse problema deve-se ao fato de que função de grade tem que ser avaliada em cada ponto da grade, Para n variáveis de entrada, cada uma sendo particionada em m_i conjuntos fuzzy, e um total de $\prod_{i=1}^n m_i$ regras são necessárias para cobrir o espaço de entrada inteiro. Como cada regra tem alguns parâmetros para ajustar, existem muitos parâmetros para adaptar durante o processo de aprendizado. Muitas regras também prejudicam a interpretabilidade do sistema *fuzzy*. Assim, este método é apropriado para um conjunto de dados de pequena dimensão. Uma solução para o problema da dimensionalidade é a geração da matriz FIS utilizando o método *scatter partition*.

Um algoritmo que utiliza o método Grid Partition foi desenvolvido por Yager e Filev (1994) e é conhecido como *Mountain Clustering*.

3.3.3.1. Scatter Partition

A figura 18 (b) ilustra uma partição do tipo *scatter*, ou dispersa. Esse método extrai as regras Fuzzy diretamente dos dados numéricos. Nesse método os exemplos de treino são colocados em grupos homogêneos e uma regra é associada a cada grupo. Os conjuntos fuzzy não são compartilhados pelas regras, mas cada um deles é relacionado a uma regra particular. Esse tipo de abordagem é bem adaptado para grandes dimensões de trabalho com uma quantidade pequena de dados de treinamento [JOO e CHEN, 2009].

Supondo que uma saída unidimensional y e um vetor de entrada multi dimensional x estão disponíveis. Primeiro, o espaço de saída é dividido em n intervalos, $[y_0, y_1], [y_1, y_2], \dots, [y_{n-1}, y_n]$, onde o i -ésimo intervalo é chamado de "intervalo de saída i ". Então, hipercubos de saídas são determinadas, o que define a região de entrada correspondente ao intervalo de saída i , calculando os valores mínimos e máximos dos dados de entrada para cada intervalo de saída. Se o hipercubo de ativação para o intervalo de saída i sobrepõe o hipercubo de ativação do intervalo de saída j , então a região sobreposta é definida como um hipercubo inibitório. Se os dados de entrada para ou intervalos de saída i e/ou j existem no hipercubo de inibição, então, dentro deste

hipercubo, um ou dois hipercubos de ativação adicionais serão definidos. Ademais, se dois hipercubos de ativação são definidos e eles também se sobrepõem, então um hipercubo inibitório adicional é definido, esse procedimento é repetido até que a sobreposição seja resolvida.

Algoritmos de agrupamento (*clustering*) podem ser aplicados para o particionamento do tipo *scatter*, como por exemplo o *subtractive clustering* que é usado nesse trabalho. O agrupamento substractivo resolve o problema da dimensionalidade usando pontos de dados como os candidatos a centros de cluster, em vez de pontos de rede, como no grid. Isto significa que o cálculo é agora proporcional ao tamanho do problema ao invés de proporcional a dimensão do mesmo [CHIU, 1994; YAGER e FILEV, 1994]. No entanto, os centros de cluster reais não são necessariamente localizados em um dos pontos de dados, mas, na maioria dos casos, é uma boa aproximação, especialmente devido à redução do esforço computacional que a abordagem introduz.

A subsecção seguinte mostrará mais detalhes sobre o algoritmo *subtractive clustering*.

3.3.3.1. *Subtractive Clustering*

O algoritmo *subtractive clustering* foi proposto por Chiu (1997) como uma extensão do método *mountain clustering* de Yager e Filev (1994). Esse novo método resolve o problema da dimensionalidade característico do *mountain*. O método usa pontos como candidatos a centros de cluster ao invés de pontos da grade, tornando a computação proporcional ao tamanho do problema e não a dimensão do problema. O método também elimina a necessidade de especificar uma resolução da grade, onde as restrições entre precisão e complexidade computacional devem ser consideradas. O *subtractive clustering* estende ainda o critério do *mountain* para aceitar ou rejeitar centros de cluster.

Os parâmetros do *subtractive clustering* são \mathbf{x}_i que é o vetor de dados normalizados de entrada e saída definido como: $x_1^i = \frac{x_1^i - \min\{x^i\}}{\max\{x^i\} - \min\{x^i\}}$, \mathbf{n} que é o número total de vetores de dados, \mathbf{r}_a que é o raio do cluster no espaço de dados, \mathbf{r}_b que é o raio

de penalidade no espaço de dados, P_i é o valor potencial do vetor de dados i , η é fator de achatamento = r_a / r_b , $\bar{\varepsilon}$ é a taxa de aceitação e $\underline{\varepsilon}$ a taxa de rejeição. O algoritmo de Chiu (1997) é descrito a seguir. Considerando uma coleção de n pontos de dados $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ em um espaço multidimensional \mathbf{M} . Sem perda de generalidade, assume-se que os pontos foram normalizados em cada dimensão de modo que são delimitados por um hipercubo unitário. Cada ponto de dados é considerado como um centro de cluster potencial, o potencial do ponto de dados x_i é definido como:

$$P_i = \sum_{j=1}^n e^{-\frac{4\|x_i - x_j\|^2}{r_a^2}} \quad (21)$$

onde o símbolo $\|\cdot\|$, representa a distância Euclidiana, e r_a uma constante positiva. A medida do potencial para um ponto de dado é uma função de sua distância para todos os outros pontos de dados. Um ponto de dado com muitos pontos vizinhos terá um alto valor potencial. A constante r_a é o raio que define a vizinhança; pontos de dados fora dessa vizinhança têm pequena influencia no potencial. Após o cálculo do potencial de cada ponto, seleciona-se o dado com maior potencial como o primeiro centro do cluster, sendo x_1^* a localização do primeiro centro e P_1^* seu valor potencial. O ajuste do potencial de cada ponto x_i é feito pela equação 22:

$$p_i = P_i - P_1^* e^{-\frac{4\|x_i - x_1^*\|^2}{r_b^2}} \quad (22)$$

onde r_b é uma constante positiva, assim, subtrai-se uma parte do potencial de cada ponto de dado como uma função de sua distância para o primeiro centro de cluster. Os pontos de dados próximos do primeiro centro terão grande redução em seus potenciais de forma que será improvável que sejam escolhidos como os próximos centros de cluster. Quando o potencial dos pontos de dados tiver sido ajustado, seleciona-se o ponto com o maior potencial remanescente como o novo centro de cluster. Esse processo é repetido até que o número suficiente de clusters seja obtido.

4. O SISTEMA NEURO-FUZZY ADAPTATIVO

Para o desenvolvimento desse trabalho seguiu-se a seguinte metodologia: Coleta de dados iniciais; Definição da estrutura da solução computacional; Desenvolvimento da solução computacional e por fim a Avaliação dos resultados. A seguir, tem-se a explanação de cada uma dessas etapas.

4.1. COLETA DE DADOS INICIAIS

A coleta de dados iniciais que possibilitou o desenvolvimento da solução computacional, foi feita por meio de três passos: a) consulta da literatura referente as ferramentas de inteligência computacional, onde estudou-se sobre Sistemas Fuzzy e Redes Neurais Artificiais; b) consulta da literatura referente aos modelos de avaliação de competitividade, visando identificar o modelo mais adequado para solucionar o problema em estudo c) Consulta a especialistas na Universidade Federal do Pará e Universidade do Estado Pará, elementos chaves da cadeia produtiva e outros estudiosos do assunto.

4.2. ESTRUTURA DA SOLUÇÃO COMPUTACIONAL

Seguindo os princípios de Engenharia de Software, conforme Pressman (2006) e Sommerville (2006), o desenvolvimento da solução computacional seguiu os passos do ciclo de vida de um sistema: análise, projeto, desenvolvimento, treinamento, validação e testes.

4.2.1. Análise

Na fase de análise foram definidas as funcionalidades da solução, visando possibilitar o diagnóstico claro da competitividade de cadeias produtivas. A lista das funcionalidades ou requisitos da solução é apresentada a seguir, por meio de uma breve descrição das mesmas.

4.2.1.1. Coletar dados

A solução computacional fornece interface gráfica por onde é feita parte da coleta dos dados necessários para treinamento do sistema ANFIS, por meio de questionários com perguntas referentes aos elementos que caracterizam cada um dos dimensões de competitividade, cujos respondentes são os membros chave da cadeia em estudo. Além dos dados de treino são coletados também junto a especialistas sugestões de ações que devem ser tomadas para melhorar a performance da cadeia para cada um dos dimensões.

4.2.1.2. Configurar a solução ANFIS

A interface gráfica oferece opções para que o usuário possa inserir os parâmetros iniciais necessários ao treinamento do sistema ANFIS, como por exemplo, número de entradas, tipo de função de pertinência, step-size, quantidade de funções de pertinência, número de épocas de treinamento, número de dimensões e de variáveis para cada dimensão.

4.2.1.3. Treinar o ANFIS

Com base nos parâmetros de configuração previamente selecionados, e nos dados coletados, a ferramenta deve proceder com o ajuste dos parâmetros variáveis que levam ao aprendizado supervisionado do sistema, como o balanceamento dos pesos ou ativação dos nós da rede por meio dos métodos de otimização. A funcionalidade também é responsável pela validação da rede Neuro-Fuzzy.

4.2.1.4. Fazer avaliação de competitividade

Após o ANFIS estar devidamente validado ele deve ser aplicado na avaliação da competitividade, gerando o diagnóstico da situação de determinado cenário produtivo, fornecendo o indicador de competitividade de cada dimensão, assim como um indicador de competitividade final, indicação dos pontos fracos e fortes daquele cenário. Deve fornecer também gráficos que facilitem a compreensão do diagnóstico.

4.2.1.5. Gerar sugestões de melhoria

A partir do diagnóstico gerado pelo ANFIS, a solução computacional deve fornecer ainda as sugestões de melhorias adequadas aos problemas identificados,

levando em consideração as análises de especialistas sobre cada dimensão que foi armazenada durante a coleta de dados.

4.2.2. Projeto da Solução Computacional

No projeto foi definida a arquitetura do sistema e seus componentes: UI (User Interface), referente à interface gráfica; ANFIS, onde está implementada a arquitetura do sistema Neuro-Fuzzy; e IANFIS que define as formas de comunicação entre os componentes UI e ANFIS.

De acordo com as funcionalidades, a arquitetura inicial da solução é demonstrada pela Figura 19. Essa arquitetura possui um componente gráfico ANFISAvaliacao que é responsável pela interação com o usuário da ferramenta e faz uso de uma interface IANFIS. As classes ANFIS: IndiceCompetitividadeFinal e ANFIS: Dimensões são classes que implementam o seu próprio treinamento e simulação de acordo com a arquitetura do sistema Neuro-Fuzzy utilizado. As outras funcionalidades são implementadas pelas classes ANFIS, pois são comuns a qualquer arquitetura de sistema Neuro-Fuzzy adaptativo.

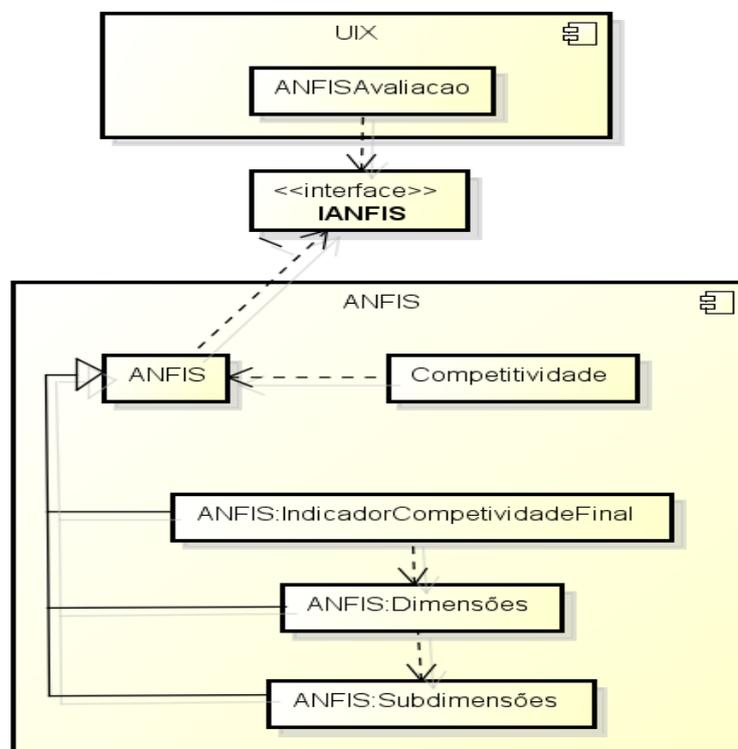


Figura 19 - Diagrama de componentes da solução computacional

4.3. DESENVOLVIMENTO, DA SOLUÇÃO COMPUTACIONAL

No desenvolvimento houve a implementação da arquitetura definida e o, treinamento do sistema Neuro-Fuzzy integrante.

Neste trabalho o ANFIS é utilizado para traçar perfis de competitividade entre cadeias produtivas, ou seja, como ferramenta de avaliação por meio do estabelecimento de um indicador de competitividade dentro de uma escala definida $[X,Y]$, onde X representa o menor desempenho e Y o maior; o monitoramento desses indicadores permite a identificação de gargalos, pontos que necessitam ser otimizados para não comprometerem desempenho global do sistema.

A abordagem de modelagem utilizada pelo ANFIS é semelhante a muitas técnicas de identificação de sistemas. Primeiro, estrutura-se um modelo parametrizado (entradas relacionadas, regras para saídas, funções de pertinência e assim por diante). Em seguida, coletam-se dados de entrada e saída para serem usados no treinamento do ANFIS. O ANFIS é então treinado com os dados de treinamento que lhe são apresentados, modificando os parâmetros de função de pertinência de acordo com um critério de erro escolhido. Em alguns casos, os dados de treinamento podem estar corrompidos ou não representar corretamente o modelo projetado, assim, é útil fazer a validação do modelo.

Os parâmetros iniciais foram obtidos por meio de pesquisa na literatura, onde especialistas indicam os melhores dimensões e variáveis representativos das cadeias produtivas e sua importância ou peso para realizar a inferência do desempenho.

O ANFIS recebe as notas de cada subfator identificado para uma dada cadeia produtiva e gera indicadores de competitividade para cada um dos dimensões, permitindo uma avaliação do desempenho da cadeia, correção de deficiências ou mesmo para fortalecer os pontos favoráveis a competitividade.

O ANFIS deve gerar também um indicador de competitividade final com base na avaliação dos indicadores dos dimensões para a caracterização da cadeia no mercado em que está inserida, permitindo a comparação com os respectivos concorrentes.

O modelo desenvolvido pode ser customizado para adequar-se a diferentes cenários produtivos, através da atribuição dos pesos as variáveis ou mesmo

acrescentando variáveis e dimensões de acordo com as particularidades do cenário em estudo,

A Figura 20 mostra a estrutura geral da solução criada utilizando a abordagem ANFIS, evidenciando a dependência das várias etapas que devem ser atendidas pelas funcionalidades da solução computacional, definidas na fase de análise, para a obtenção do objetivo final, que é o diagnóstico e sugestões de melhoria para a cadeia produtiva.

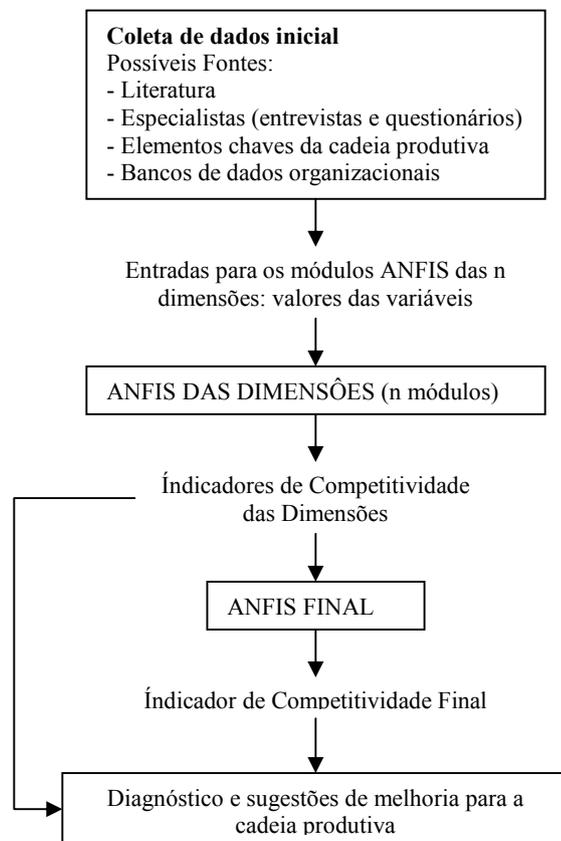


Figura 20 - Estrutura geral da solução computacional

A implementação inicial da solução foi realizada utilizando-se o Toolbox Neuro-Fuzzy do software MATLAB VR2006a¹, e foi feita por meio de scripts, pois a ferramenta gráfica do Matlab não permite o treinamento de vários módulos ANFIS ao mesmo tempo e, como pode ser visto pela Figura 19 o modelo projetado é formado por um módulo ANFIS para cada dimensão de competitividade e, a saída desses módulos

¹ Matlab. The language of technical computing. <http://www.mathworks.com/products/matlab/>

corresponde as entradas do módulo ANFIS final que define o Indicador de Competitividade Final.

Para o desenvolvimento do modelo genérico utilizou-se as dimensões descritas por Van Duren et al (1991) e Silva e Batalha (2000), que são representativas para quase todos os elos ou atividades de uma cadeia: **ambiente institucional, tecnologia, estruturas de mercado, estruturas de governança e coordenação da cadeia, gestão empresarial, insumos, transporte e armazenamento**, como mostrado na seção 2.5.1, sendo que cada uma dessas dimensões subdivide-se em variáveis. É importante destacar que cada dimensão possui n variáveis e esses por sua vez também podem ser subdivididos, como mostrado a seguir.

Ambiente institucional

- *Condições macroeconômicas*: Taxas de juros; Taxa de câmbio; Inflação.
- *Programas e políticas setoriais*: Disponibilidade de crédito; Acesso ao crédito; Taxa de juros diferenciada.
- *Tributação*: Impostos a exportação; Impostos internos; INSS/FGTS; IRPJ.
- *Segurança dos alimentos*: Legislação Sanitária; Serviços de inspeção sanitária; Condições climáticas.
- *Políticas de comércio exterior*: Barreiras tarifárias; Barreiras não tarifárias; Acordos comerciais.

Tecnologia

- Difusão de tecnologias chaves;*
- Investimentos em P&D;*
- Número de estações experimentais;*
- Número de patentes.*

Estruturas de mercado

- Número de firmas;*
- Capacidade de produção;*
- Capacidade de ampliação;*
- Diferenciação de produtos.*

Estruturas de governança e coordenação

- Contratos entre empresas;*

Organizações setoriais.

Gestão das firmas

Uso de tecnologia da informação;

Plano estratégico; Sistema de custeio;

Controle de qualidade;

Marketing.

Insumos

Produção interna;

Consumo interno;

Preços dos insumos;

Custo da mão de obra;

Preço da terra;

Disponibilidade de terra.

Armazenamento e Transporte

Armazenamento de grãos;

Armazenamento de ração;

Armazenamento de carne;

Condição das rodovias;

Capacidade das rodovias.

4.3.1. O Treinamento dos Módulos ANFIS

Nessa fase são apresentados aos módulos da solução ANFIS, os padrões de entrada e saída, os parâmetros iniciais de treinamento, e ajuste dos parâmetros iniciais ao longo da evolução desse treinamento de acordo com métodos de otimização como o *backpropagation* e mínimos quadrados. Os módulos ANFIS utilizados são mostrados na Figura 21, onde os retângulos em preto representam os módulos ANFIS integrados, e os retângulos em azul representam as variáveis iniciais utilizadas como entrada dos módulos ANFIS mais externos, cujas saídas servirão de entrada para os módulos posteriores.

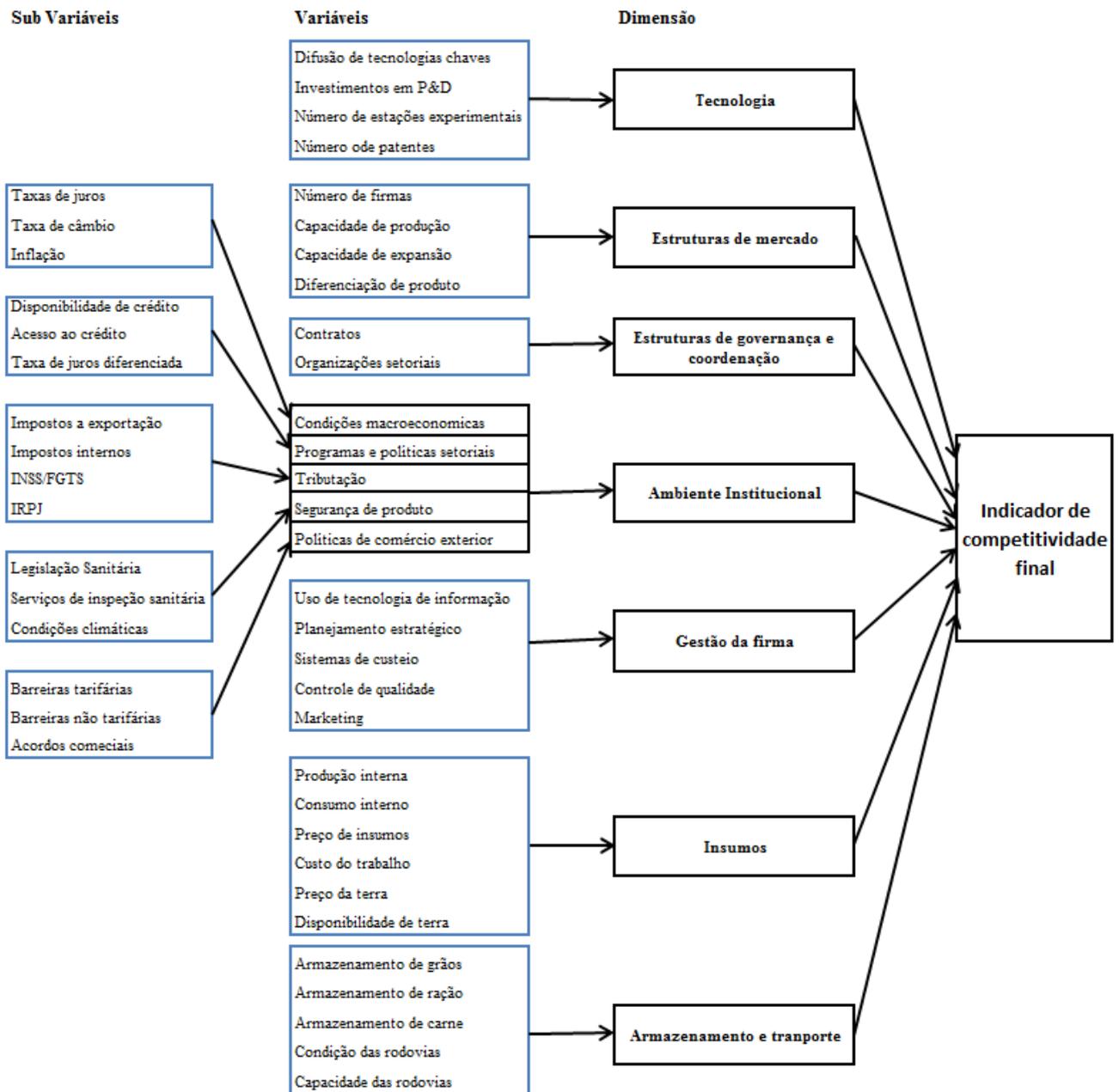


Figura 21 - Estrutura da conexão entre os diversos módulos ANFIS

Para o treinamento da solução foram usados 50 padrões de entrada e saída para cada subfator de acordo com as seguintes condições: a pontuação de cada subfator respeita uma escala que varia de -2 a 2, que é relacionada a valores linguísticos, onde, -2 significa muito desfavorável e 2 significa muito favorável.

Os detalhes sobre o treinamento dos módulos podem ser vistos no próximo capítulo.

5. TREINAMENTO E RESULTADOS DO SISTEMA NEURO-FUZZY PROPOSTO

A seção mostra detalhes do processo de treinamento do sistema Neuro-Fuzzy, apresenta resultados e avaliação destes resultados.

5.1. TREINAMENTO

A estrutura do módulo ANFIS para cada dimensão utilizada respeita a estrutura geral das redes adaptativas de Sugeno, conforme mostrado na Figura 19. Isso pode ser observado na Figura 22, que exibe a estrutura do ANFIS para o subfator Condições macroeconômicas.

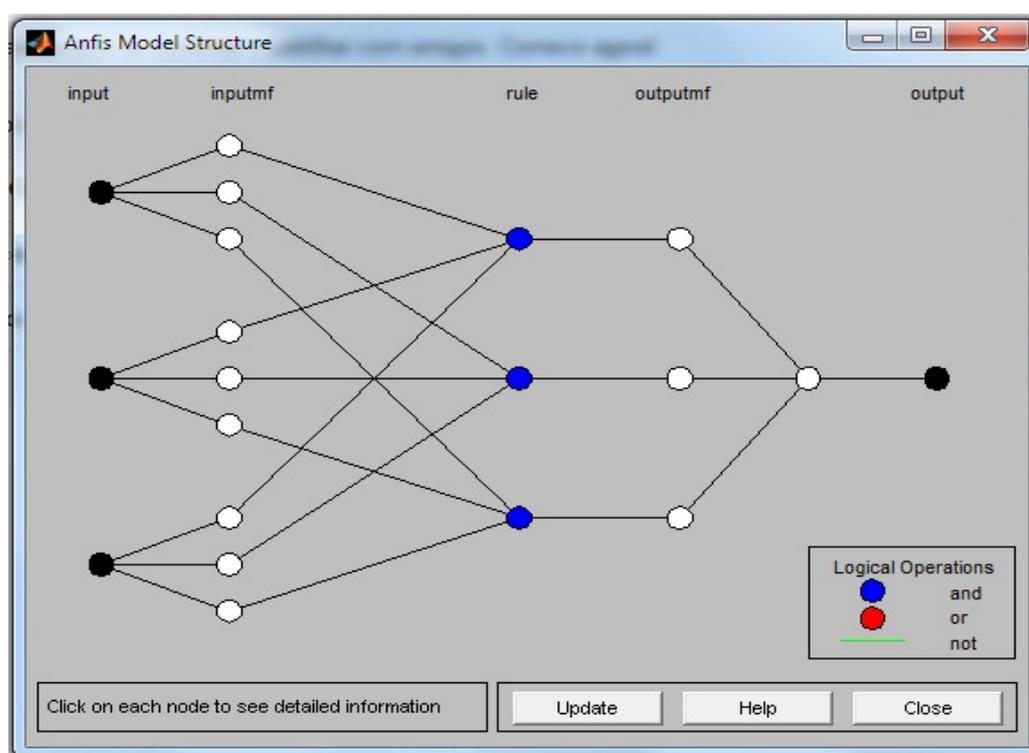


Figura 22 - Estrutura do modelo ANFIS para o subfator Condições Macroeconômicas

As entradas para o treinamento do modelo são as notas de cada variável e subvariável identificada para as dimensões que representam a cadeia, esses valores representam a avaliação feita por integrantes chaves da cadeia (aqueles que possuem maior representatividade), e também com base na opinião de especialistas.

Os dados de entradas são fuzzificados na forma de variáveis linguísticas, dentro de um universo que pertence a escala de -2 a 2, como mostrado na Figura 23.

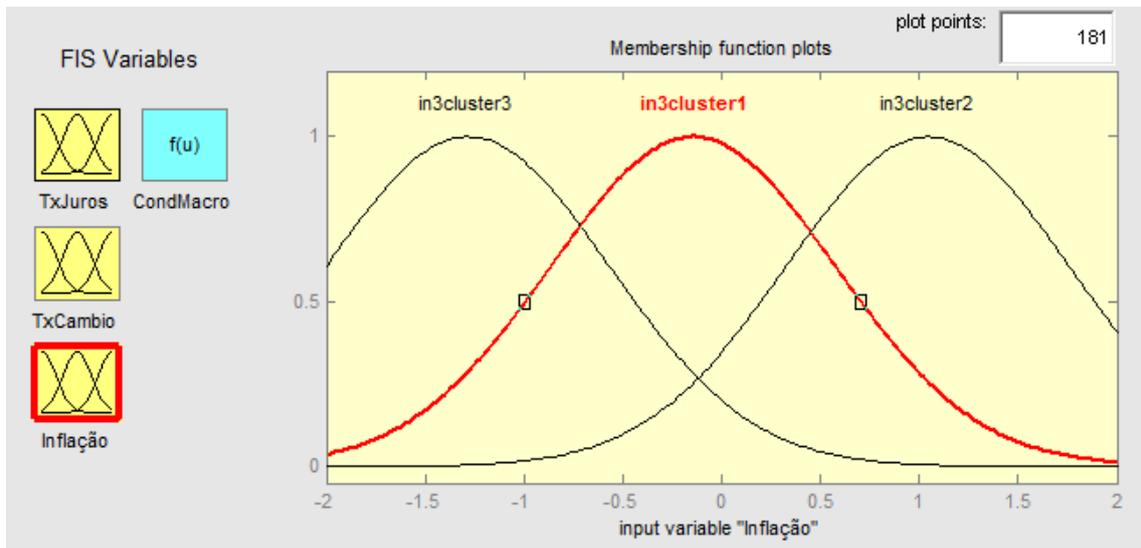


Figura 23 - Fuzzificação das variáveis de entrada do conjunto fuzzy Condições macroeconômicas

Com base nas entradas apresentadas, o ANFIS gera automaticamente a base de regras para o processo de inferência fuzzy. Um exemplo de conjunto de regras criado para uma das subdimensões (condições macroeconômicas) é apresentado na Figura 24.

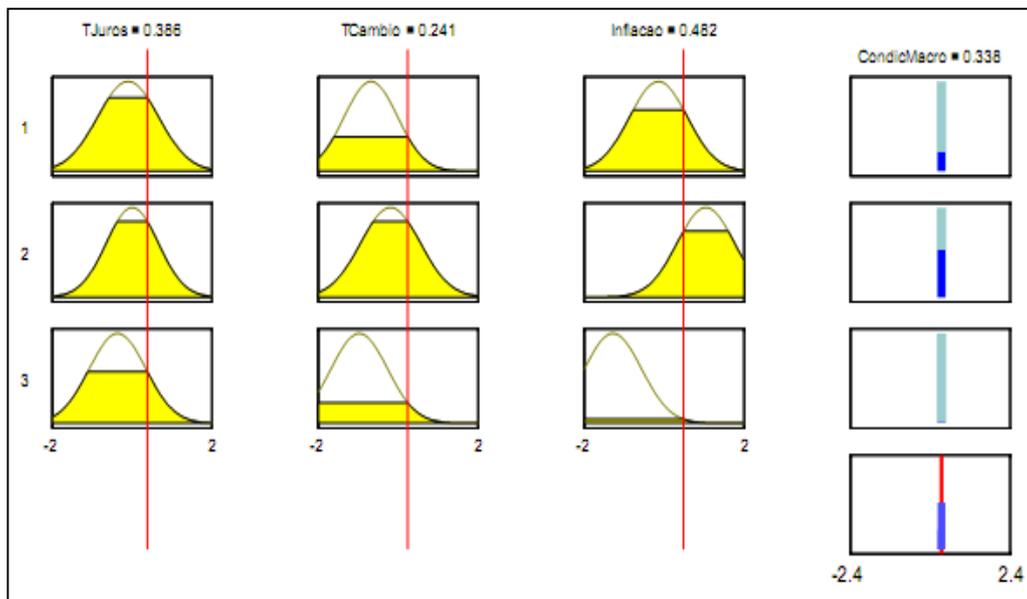


Figura 24 - Conjunto de regras criadas para o conjunto fuzzy Condições macroeconômicas

O peso das variáveis representa a importância de cada uma delas em relação a sua dimensão, e varia de 0 a 1, onde 0 (zero) significa o menos importante e 1 (um) o mais importante. A soma dos *scores* das variáveis de cada dimensão deve totalizar 1. Os pesos são utilizados no treinamento por meio do cálculo das saídas desejadas para cada um dos 50 perfis de treino, por meio do cálculo da média ponderada dos valores de cada variável que compõe uma entrada pelos seus respectivos pesos. O cálculo da saída desejada ou referencial para cada dimensão é feito utilizando a equação 23.

$$SaidaMP_{dim} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (23)$$

onde, x_i é o valor de cada uma das variáveis de entrada para o módulo ANFIS de cada dimensão, n é número total de variáveis de entrada para o módulo e w_i o peso ou importância de cada entrada em relação a sua dimensão.

Durante o treinamento, as saídas geradas pelo ANFIS com os Indicadores de competitividade de cada dimensão servem de entrada de treinamento para o último módulo ANFIS que é responsável pelo cálculo do Indicador de competitividade final. A saída referencial desse módulo também é feita pela aplicação da média ponderada dos Indicadores de cada dimensão pelo seu peso (importância em relação ao indicador de competitividade final). O cálculo da saída desejada ou referencial para o Indicador de Competitividade Final é feito utilizando a equação 24.

$$SaidaMP_{ICF} = \frac{\sum_{j=1}^7 SaidaMP_{dim_j} p_j}{\sum_{j=1}^7 p_j} \quad (24)$$

onde, $SaidaMP_{dim}$ representa a saída do módulo anfis de cada dimensão, j o número de dimensões do sistema, p_i o peso ou importância de cada dimensão em relação ao Indicador de Competitividade Final.

O sistema Neuro-Fuzzy de maior eficiência com base nos testes realizados contou com os seguintes parâmetros:

- Máquina de inferência de Sugeno;
- Funções de pertinência triangulares e gaussianas;
- Método de otimização de treinamento híbrido (*backpropagation* + mínimos quadrados);

- Medida de desvio: *Root Mean Squared Error* (RMSE), RMSE desejado ótimo é 0;(zero).
- Step Size=0,1.

Alguns dos resultados do treinamento da solução ANFIS proposta podem ser vistos nas figuras 25, 26 e 27, que mostram os resultados do treinamento para o último módulo de avaliação de competitividade (ANFIS: Indicador de Competitividade Final). As informações exibidas pelas figuras podem comprovar o sucesso do treinamento, conforme especificado a seguir.

O modelo desenvolvido obteve erro de treinamento RMSE praticamente nulo, conforme pode ser visto na Figura 26, Ao longo de todas as épocas de treino o erro permaneceu mínimo.

A figura 25 mostra o resultado do treino ao longo da apresentação dos 50 perfis de treino, onde podemos observar que a saída gerada pelo ANFIS praticamente se sobrepõe a referencial utilizada no estudo, na imagem denominada saída desejada.

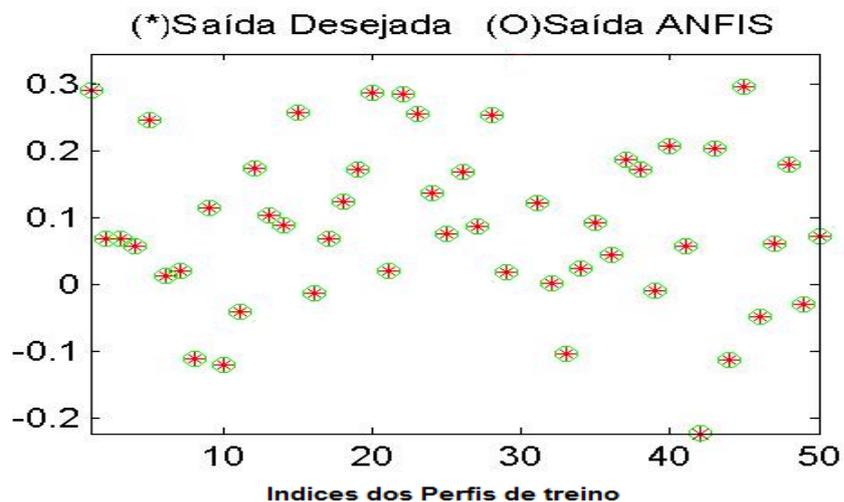


Figura 25 - Comparação da saída desejada com a saída ANFIS

A figura 26 reforça a eficiência do treinamento mostrando a evolução do mesmo ao longo da apresentação dos 50 perfis de treino, fase onde ocorre o ajuste dos parâmetros do modelo visando máxima otimização. Nessa figura podemos perceber que os erros de predição obtidos foram na ordem de 10^{-6} , ou seja, valores muito próximos ao erro ótimo estabelecido a priori (RMSE=0). Isso explica porque as referenciais e as

saídas geradas pelo ANFIS durante o treinamento obtiveram valores praticamente coincidentes, como visto na figura 25.

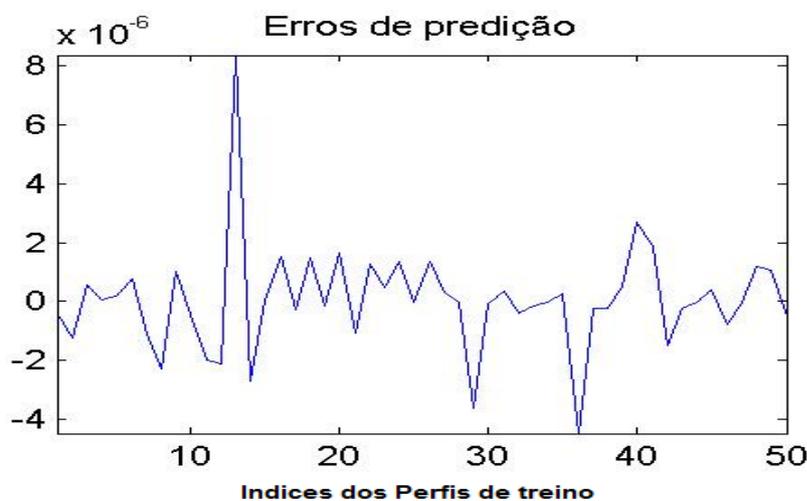


Figura 26 - Evolução do erro ao longo do treinamento

O Quadro 1 é uma agregação de alguns parâmetros de desempenho observados durante as fases de treinamento e validação da solução, para as técnicas *Grid Partition* e *Sub Clustering*. Esses valores representam as médias das diversas simulações realizadas, e foram coletados para cada dimensão e subfator utilizado na solução, os quais são apresentados como variáveis na primeira coluna do quadro e são explicados a seguir:

N. de componentes: representa a quantidade de subvariáveis que são as entradas para determinado módulo ANFIS da solução, ou seja, a quantidade de conjuntos fuzzy criados para cada variável.

N. de parâmetros: refere-se a quantidade de parâmetros que representam os dados do modelo que está em treinamento, esses parâmetros são detectados/ criados implicitamente pelo sistemas adaptativo.

Tempo simulação: representa o tempo em segundos gasto no treinamento do respectivo módulo.

N. de regras: Como já citado anteriormente, a rede neural que faz parte do modelo adaptativo, é responsável por avaliar os dados de entrada e saída e gerar automaticamente a base de regras fuzzy que representa o comportamento da variável.

Assim, de acordo com as características dos dados são geradas diferentes quantidades de regras.

Quadro 1- Parâmetros de desempenho observados no treinamento

Dimensão	N. componentes	N. Parâmetros		Tempo simulação		N. de regras	
		Grid	Sub	Grid	Sub	Grid	Sub
<i>Sub1dir1</i>	3	135	30	0,194680	0,119064	27	3
<i>Sub2dir1</i>	3	135	80	0,192553	0,258778	27	8
<i>Sub3dir1</i>	4	441	91	1,667963	0,141097	81	7
<i>Sub4dir1</i>	3	135	90	0,193617	0,185749	27	9
<i>Sub5dir1</i>	3	135	70	0,195335	0,135875	27	7
<i>Dir1</i>	5	222	272	0,370195	0,32776	32	17
<i>Dir2</i>	4	441	78	1,767770	0,270476	81	6
<i>Dir3</i>	4	441	65	1,624988	0,172187	81	5
<i>Dir4</i>	2	45	28	0,115408	0,204275	9	4
<i>Dir5</i>	5	1503	176	47,829736	0,206535	243	11
<i>Dir6</i>	6	5157	587	351,778494	0,654407	729	31
<i>Dir7</i>	5	1503	448	46,521154	0,372505	243	28
<i>ICF</i>	7	1066	748	24,790481	0,143916	128	34

5.2. VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO

A validação da solução é o processo pelo qual um conjunto de entradas e saída desejada, não utilizado no treinamento, é apresentado ao sistema, para verificar se este prediz adequadamente os valores de saída, como forma de testar a capacidade de generalização do sistema resultante do treinamento. A falta de generalização é identificada pela comparação dos erros obtidos com o conjunto de treino e com o conjunto de validação. Assim, pode-se escolher adequadamente o ponto onde o sistema melhor se adéqua ao problema em estudo, e as melhores configurações do sistema para que seu objetivo seja alcançado.

Assim, o ponto de parada para o treinamento é aquele onde os erros de treino continuam a decrescer enquanto os erros de validação começam a aumentar (*overfitting*), a partir do ponto x o sistema começa a perder a capacidade de generalização conforme a Figura 27.

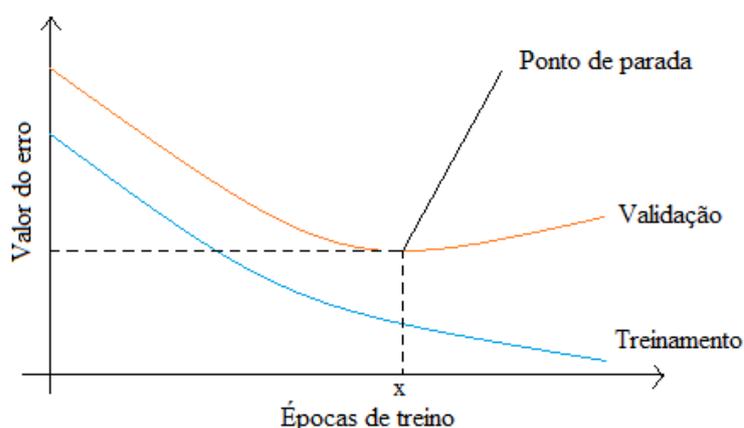


Figura 27 - Esquema de validação cruzada para detecção de overfitting

A validação da solução utilizou 20 perfis referentes a cadeia produtiva de frango de corte do Estado de Mato Grosso.

A validação comprovou a capacidade de generalização do modelo, pois o erro de validação também foi baixo, ao longo de todas as épocas, a Figura 28 exibe as curvas de erro de treinamento e validação do módulo ANFIS responsável pelo Indicador de Competitividade Final, e os 20 pontos dos 20 perfis de validação. Treinamentos com mais de 5 épocas não ofereceram melhoria no desempenho, em nenhum dos módulos.

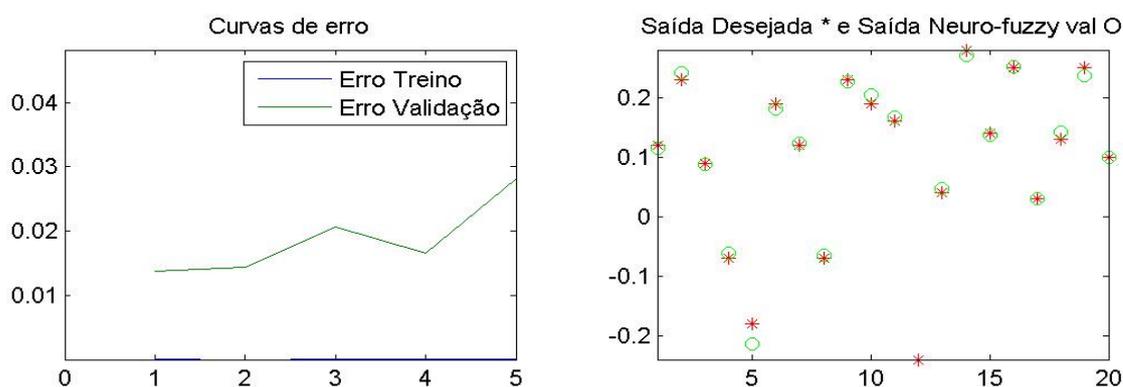


Figura 28 - Treinamento x Validação

5.3. TESTE DA SOLUÇÃO

O teste da solução compreende a aplicação da solução computacional para a avaliação da competitividade de um perfil real. Como os perfis de validação, o perfil de

teste também é referente à cadeia produtiva do frango de corte do Estado de Mato Grosso e, considera as dimensões e variáveis já apresentados na seção 4.3.

O Quadro 2 mostra a comparação entre o resultado da aplicação de cálculos matemáticos diretamente sobre os dados, de forma não automatizada (SaídaMP) e o resultado obtido pelo sistema ANFIS. O Quadro 2 apresenta um dos perfis utilizados no teste e seu respectivo resultado, composto pelos indicadores de competitividade alcançados pelas 7 dimensões (saída ANFIS), Indicador de Competitividade Final e valores de erro. Apresenta adicionalmente os pesos definidos pelos especialistas para cada um das variáveis e dimensões. Esses valores de peso são usados para o cálculo da saída referencial (SaídaMP) no treino, que utiliza equação formada de médias ponderadas, responsável também pelo aprendizado supervisionado do ANFIS.

O Indicador de Competitividade Final (ICF) apresenta uma visão geral da competitividade da cadeia de produção. Detalhes sobre os fatores favoráveis e desfavoráveis da cadeia estudada podem ser analisados por meio dos indicadores obtidos para cada dimensão utilizada na solução criada. A Figura 29 consolida as informações apresentadas no Quadro 2, exibindo a avaliação obtida para as sete dimensões estabelecidas. Além disso, faz uma comparação da avaliação gerada pelo ANFIS com a SaídaMP, para um dos perfis usados no teste da solução.

Quadro 2 - Resultados da avaliação do Perfil utilizado para teste do ANFIS

Dimensão Variável / subdimensão	Entradas	Peso	SaídaMP_{dim}	Saída ANFIS	Erro Absoluto
Ambiente Institucional			-0,19687	-0,19600	0,00087
Condições macroeconômicas	-0,52158	0,3			
Programas e políticas setoriais	-0,09895	0,2			
Tributação	-0,63474	0,05			
Segurança de produto	0,49000	0,15			
Políticas de comércio exterior	-0,20789	0,3			
Tecnologia			0,50000	0,50000	0,00000
Difusão de tecnologias chaves	0,89474	0,4			
Investimentos em pesquisa e desenvolvimento	0,52632	0,3			
Número de estações experimentais	-0,05263	0,1			
Número ode patentes	-0,05263	0,2			
Estruturas de mercado			0,52053	0,52250	0,00197
Número de firmas	0,00000	0,25			
Capacidade de produção	0,78947	0,28			
Capacidade de expansão	1,10526	0,28			
Diferenciação de produto	-0,05263	0,19			
Estruturas de governança e coordenação			0,43316	0,43090	0,00226
Contratos	0,68421	0,47			
Organizações setoriais	0,21053	0,53			
Gerência da firma			0,25789	0,25800	0,00011
Uso de tecnologia de informação	0,15789	0,2			
Planejamento estratégico	-0,05263	0,2			
Sistemas de custeio	0,21053	0,2			
Controle de qualidade	0,57895	0,3			
Marketing	0,21053	0,1			
Insumos			0,60316	0,55860	0,04456
Produção interna	1,57895	0,2			
Consumo interno	0,78947	0,16			
Preço de insumos	1,00000	0,19			
Custo do trabalho	-0,10526	0,16			
Preço da terra	-0,47368	0,15			
Disponibilidade de terra	0,42105	0,14			
Armazenamento e transporte			-0,48579	-0,45890	0,02689
Armazenamento de grãos	-0,57895	0,2			
Armazenamento de ração	0,68421	0,19			
Armazenamento de carne	-0,47368	0,19			
Condição das rodovias	-0,68421	0,23			
Capacidade das rodovias	-1,26316	0,2			

Indicador final de Competitividade	Entradas	Peso	SaídaMP_{ICF}	Saída ANFIS	Erro Absoluto
Dimensão					
Ambiente institucional	-0,19687	0,25			
Tecnologia	0,50000	0,05			
Estruturas de mercado	0,52053	0,15			
Estruturas de governança e coordenação	0,43316	0,1			
Gerência da firma	0,25789	0,15			
Insumos	0,60316	0,1			
Armazenamento e transporte	-0,48579	0,2			
			0,09902	0,09590	0,00312

Conforme pode ser observado pela Figura 29, os valores obtidos para os indicadores de competitividade de cada um das sete dimensões foram previstas com bastante precisão, pois os valores gerados pelo aprendizado adaptativo do ANFIS foram praticamente coincidentes com os valores de saída referencial gerados pela aplicação de médias ponderadas diretamente sobre os dados de entrada (SaídaMP).

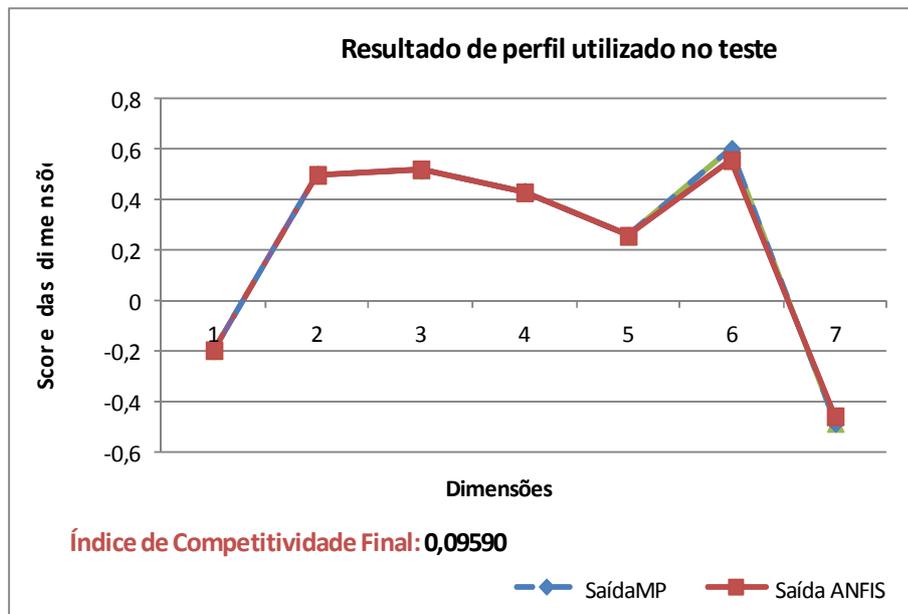


Figura 29 - Exemplo de avaliação gerada pelo solução

O exemplo da Figura 29, complementado pela Figura 30, mostra que a maioria das dimensões do cenário em questão apresentam competitividade considerada neutra, e as dimensões 1 e 7, Ambiente institucional e Armazenamento e transporte foram avaliados como críticos, por afetarem negativamente o Indicador de Competitividade Final (ICF) da cadeia, indicando a necessidade de uma atenção especial. Os indicadores das dimensões juntamente com o Indicador de Competitividade Final também neutro, mostram que esse exemplo seria de uma cadeia com baixa competitividade.

A Figura 30 é uma complementação da Figura 29 que mostra o Indicador de Competitividade Final gerado na avaliação do perfil de teste pela ferramenta. Por meio da Figura 30, podemos observar que os fatores críticos para o sucesso da competitividade desta cadeia são as dimensões Ambiente institucional e Armazenamento e transporte, que obtiveram avaliação negativa.

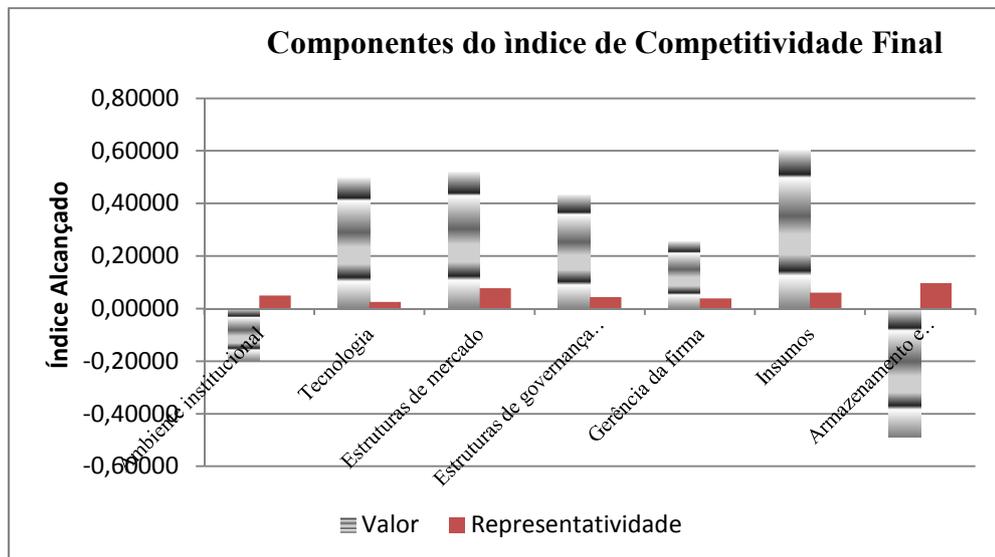


Figura 30- Gráfico comparativo dos valores alcançados pelas dimensões

O conhecimento do indicador geral de competitividade e do indicador de cada dimensão pode ser um instrumento valioso para tomada de decisões no ambiente, pois, além de apresentar o desempenho global da cadeia, apresenta também a contribuição individual (representatividade) de cada dimensão na composição do indicador final, seja de forma favorável ou desfavorável. Neste perfil avaliado, as dimensões que mais contribuíram para o ICF foram as dimensões Estrutura de mercado, de forma positiva e Armazenamento e transporte, de forma e negativa.

5.4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Das diversas configurações testadas para o ANFIS foi possível observar que as funções de pertinência que geraram melhor desempenho foram as triangulares com 3 subconjuntos para cada variável, no caso da utilização da técnica de Grid Partition para agrupamento dos dados, e gaussianas quando foi utilizado a técnica de Sub Clustering.

O algoritmo de otimização *backpropagation* ofereceu bons resultados no treinamento, mas o híbrido (*backpropagation* + mínimos quadrados) gerou resultados melhores, com menores valores de erro, tanto no treinamento quanto na validação.

Após o treinamento, a solução foi capaz de simular adequadamente o cenário em estudo, recebendo os dados de entrada, tratando-os de forma adequada e gerando a avaliação de competitividade, por meio dos indicadores de competitividade de cada

dimensão, do indicador final de competitividade e também dos gráficos representativos do diagnóstico, que pode ser confirmado por meio da confrontação com os dados de validação existentes, as imagens de treinamento e validação para as todas as dimensões podem ser vistas a partir do APÊNDICE B.

Os gráficos apresentados nas Figuras 31, 32 e 33, ajudam na melhor compreensão / avaliação dos resultados de treinamento, com base nos parâmetros de desempenho gerados durante as simulações da solução computacional que estão agrupados no Quadro 1.

A Figura 31 mostra que quando se utiliza a técnica de *Grid Partition*, o número de parâmetros internos (lineares e não lineares) que são gerados pela rede neural, crescem exponencialmente com o aumento do número de componentes da variável (conjunto fuzzy), o que prejudica o desempenho do sistema, pois isso exigirá um tempo muito grande de treinamento, como visto na Figura 33, e também exigirá maiores recursos computacionais para o tratamento de tantos parâmetros.

A Figura 31 torna evidente também que na utilização do *Grid Partition*, o número de regras geradas também cresce consideravelmente com o aumento do número de componentes da variável, o que também acaba exigindo maiores recursos computacionais, para o tratamento dessas regras e o consequente aumento do tempo de treinamento.

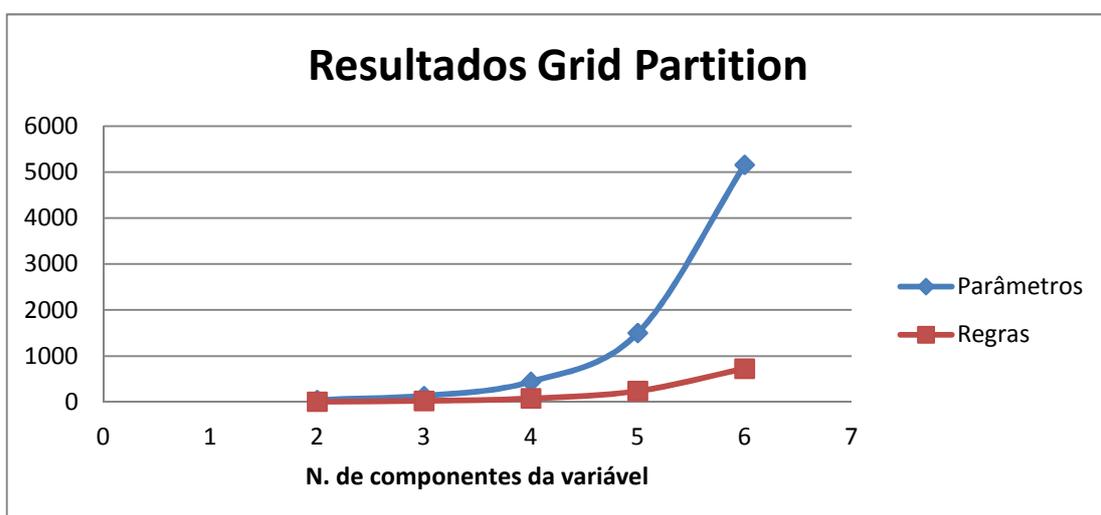


Figura 31 - Gráfico de avaliação de desempenho do treinamento utilizando *Grid Partition*

Já a Figura 32 evidencia que com a utilização da técnica de agrupamento Sub Clustering, o número de parâmetros internos criados pelo ANFIS não apresenta mais a característica de crescimento exponencial com o aumento do número de componentes da variável, o que favorece o desempenho do sistema, pois o tempo de treinamento necessário praticamente fica independente da quantidade de componentes, como visto na Figura 33.

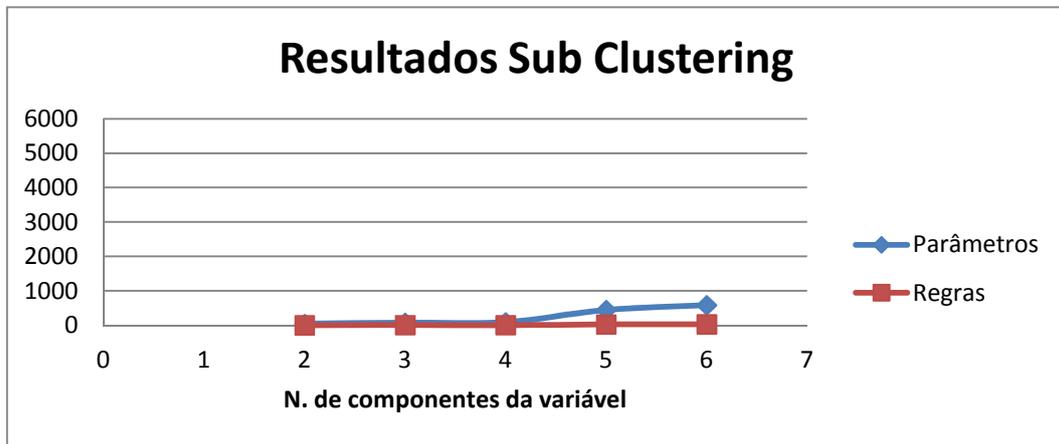


Figura 32 - Gráfico de avaliação de desempenho do treinamento utilizando *Sub Clustering*

A Figura 32 também evidencia que o número de regras geradas pela rede neural, quando se utiliza a técnica de *Sub Clustering*, é muito pouco influenciado pela quantidade de componentes da variável, sendo mais influenciada pela complexidade do problema, observada nos dados de entrada e não pela questão da dimensão desses dados.

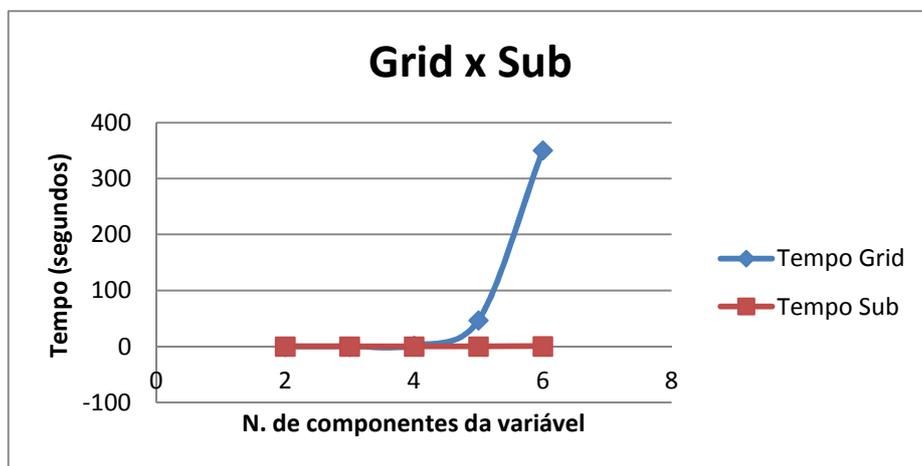


Figura 33 - Gráfico comparativo do desempenho dos métodos *Grid Partition* e *Sub Clustering* em relação ao tempo

Com os resultados das simulações foi possível observar que as características dos conjuntos de dados de entrada pode afetar a qualidade do treinamento, sendo o principal fator de influência a representatividade desses dados, ou seja, os dados precisam compreender bem o universo do discurso. No entanto, mesmo em condições de dados ausentes ou imprecisos o modelo adaptativo é capaz de tratar o conjunto com razoabilidade, característica comum tanto das RNA's quanto da Lógica Fuzzy, não perdendo sua capacidade de generalização.

Como já citado, quanto maior a quantidade de variáveis de entrada, maior a quantidade de parâmetros internos gerados e que precisam ser ajustados durante o treinamento, o que acaba aumentando a duração do treinamento e exigindo maior uso dos recursos computacionais (capacidade de processamento e memória). Esses fatos ficam bem evidentes quando se utiliza o *Grid Partition* no treinamento. Vale notar, que o fator esforço computacional é de importância relativa devido a capacidades diferenciadas de processamento e memória nas máquinas por exemplo, que atualmente possuem grande capacidade, e também devido a importância da rapidez de resposta necessária no cenário analisado, no caso do problema tratado aqui, essa questão tem pouca relevância.

A avaliação dos resultados mostrados no Quadro 1, e nas Figuras 31, 32 e 33 evidenciou que a performance da solução é muito maior quando se utiliza a técnica de *Sub Clustering* para agrupamento dos dados, pois esta é afetada de forma significativamente menor com o fator dimensão / quantidade das variáveis de entrada.

Apesar da boa performance obtida com a utilização do *Sub Clustering*, alguns gráficos do treinamento da solução mostraram que a quantidade de variáveis de entrada pode influenciar na capacidade de generalização do sistema. Esse fato será discutido com base nas Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39.

As figuras 34 e 35 mostram resultados do processo de treinamento e validação para a dimensão Estruturas de mercado que possui 4 variáveis de entrada. As funções de pertinência (Figura 34) representam a quantidade de agrupamentos ou clusters identificados pelo sistema adaptativo. Observa-se que foram gerados poucos clusters, o que conseqüentemente gera uma base de regras menor na máquina de inferência.

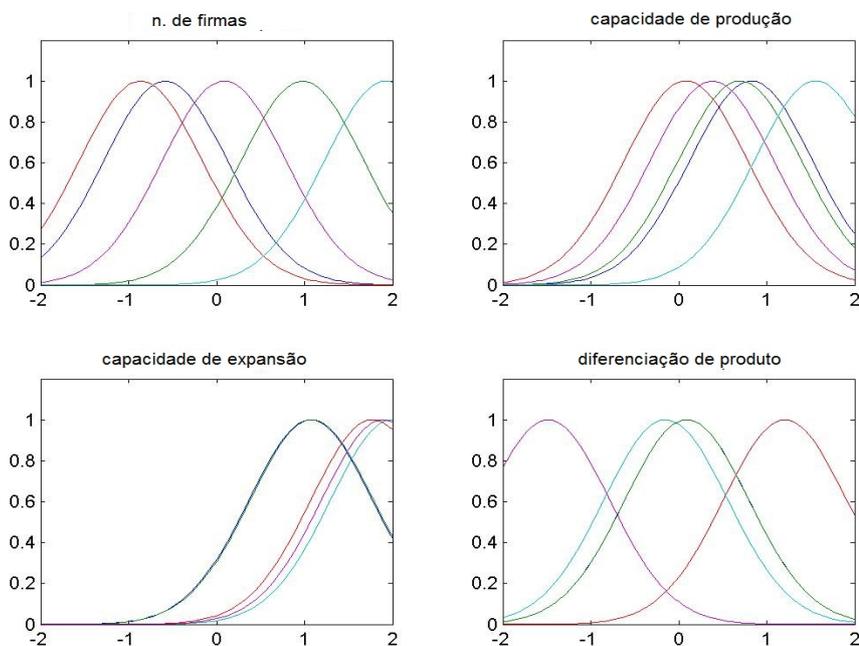


Figura 34 - Funções de pertinência da dimensão Estruturas de mercado com 4 entradas

A Figura 35 mostra que o treinamento foi bem sucedido, pois, tanto os erros de treinamento quanto de validação foram mínimos, o que é reforçado pelos pontos que mostram que o sistema previu com bastante precisão os valores dos 20 perfis usados na validação.

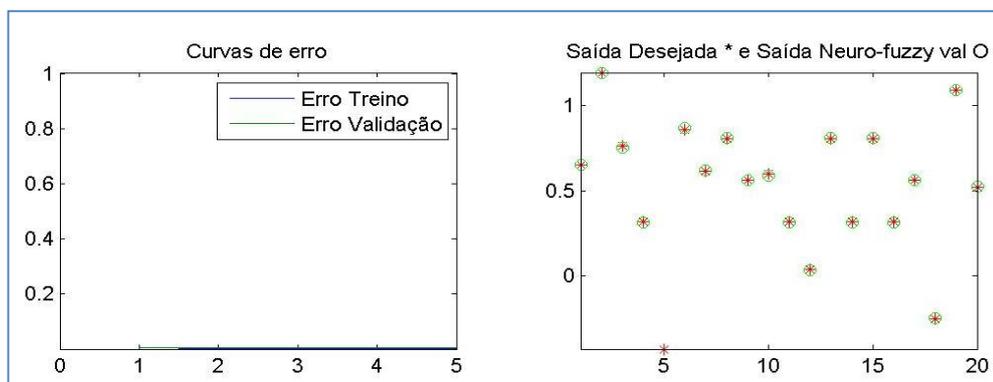


Figura 35 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Estruturas de mercado

A Figura 36 apresenta as funções de pertinência geradas para as 6 entradas da dimensão Insumos. Pode-se observar que com esse número um pouco maior de entradas, a quantidade de agrupamentos gerados foi muito maior que no exemplo

anterior (com 4 entradas). O aumento dessa quantidade gera um número maior de regras na base, diminuindo um pouco a performance geral.

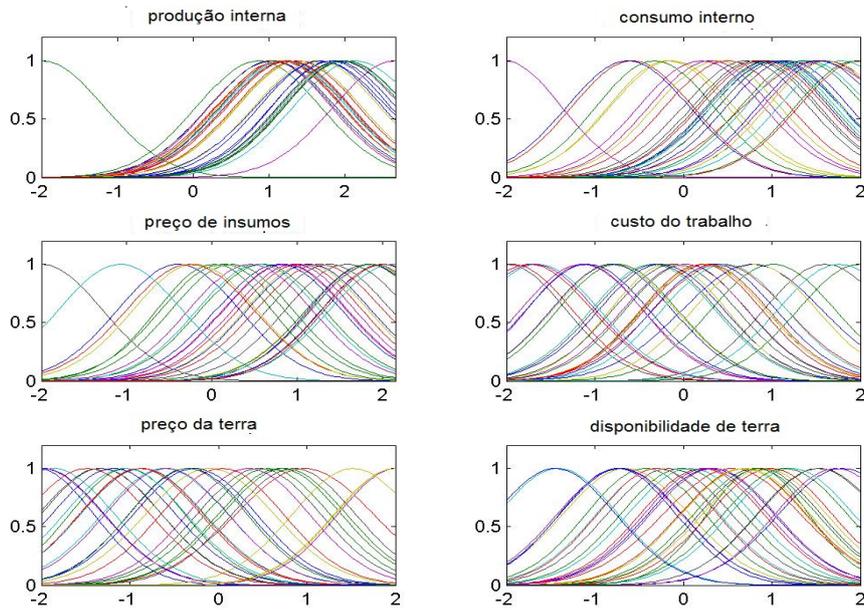


Figura 36 - Funções de pertinência da dimensão Insumos com 6 entradas e raio de cluster 0,5

A Figura 37 mostra os resultados do treinamento e validação da mesma dimensão. Pode ser observado que os erros de treinamento foram mínimos, no entanto, os erros de validação cresceram bastante, mesmo que ainda sejam aceitáveis. Os 20 pontos dos perfis de validação mostram as diferenças entre a saída gerada pelo ANFIS e a saída desejada. A redução da capacidade de generalização ocorreu devido ao excesso de clusters gerados pela técnica de agrupamento devido a maior dimensão do número de entradas do sistema.

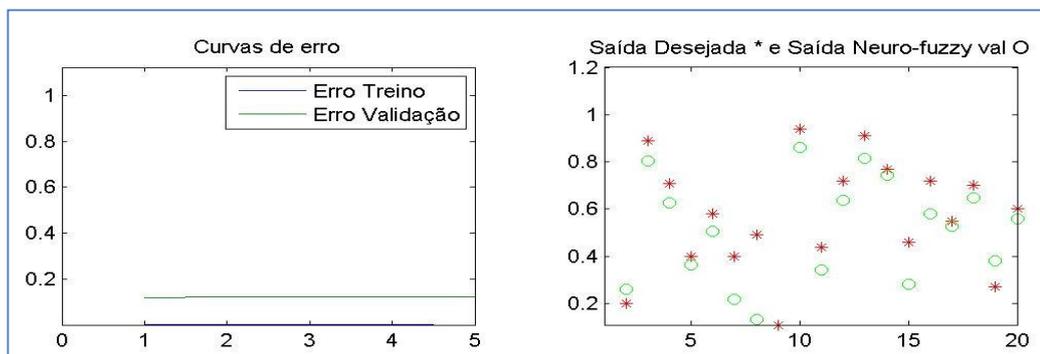


Figura 37 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Insumos com raio de cluster 0,5

Para solucionar o problema da redução da capacidade de generalização identificado na Figura 36, deve-se ajustar o parâmetro raio que é usado pela técnica de Sub Clustering, um aumento do valor do raio gera uma maior separação entre os grupos, ou seja, menos funções de pertinências são geradas, e também uma redução da base de regras, ao invés de muitas regras semelhantes passa-se a ter menos regras, porém mais representativas.

A Figura 38 mostra o novo conjunto de funções de pertinência gerados para as 6 entradas com a utilização de raio do cluster com valor 0,7, observa-se maior diferenciação entre os grupos.

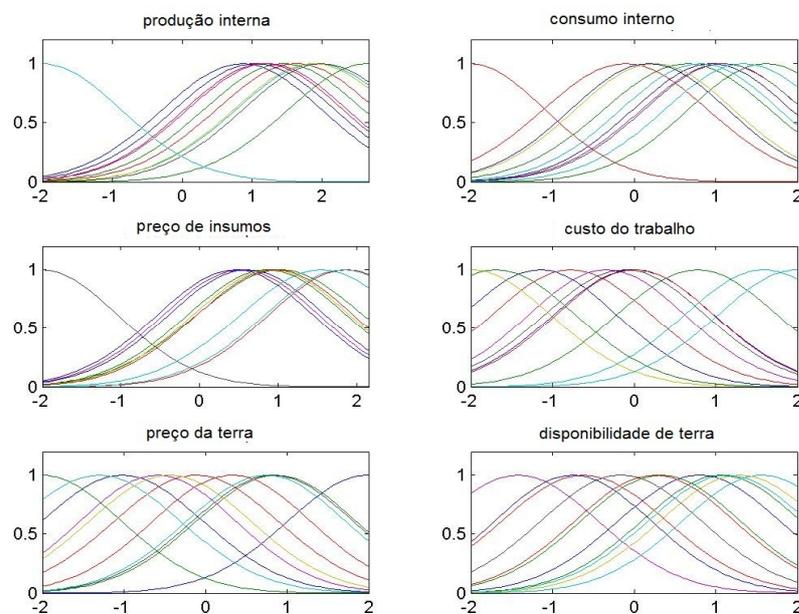


Figura 38 - Funções de pertinência da dimensão Insumos com 6 entradas e raio de cluster 0,7

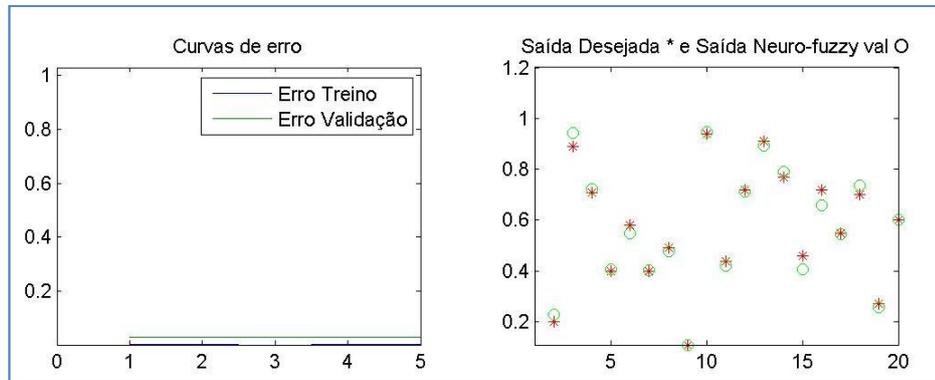


Figura 39 - Resultados do treinamento e validação da dimensão Insumos com raio de cluster 0,7

A Figura 39 confirma que o aumento do valor do raio do cluster para 0,7, aumentou a representatividade das funções de pertinência e do conjunto de regras gerado. Com esse novo valor, os 20 pontos dos perfis de validação são previstos com bastante precisão. A figura mostra que os valores gerados pelo ANFIS são bem próximos dos valores desejados como saída.

Um modelo de script de treinamento criado para utilização neste estudo pode ser encontrado no APÊNDICE A. Dados utilizados para treinamento e validação da solução computacional já em formato adequado para utilização com o script no MATLAB estão disponíveis em <https://www.dropbox.com/sh/423x73jsqiyvzx2/BcT5IaAzaZ/ANFIS.rar>.

O capítulo seguinte acolhe as considerações finais do trabalho e as sugestões de trabalhos a serem realizados futuramente.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados gerados pela solução foram satisfatórios considerando o baixo erro obtido nos testes de validação, que compara a aplicação do ANFIS à aplicação de equações de médias ponderadas de forma direta e não automatizada aos dados (Saída MP, vista no Quadro 1). Essa saída esperada caracteriza o aprendizado supervisionado do sistema ANFIS, que após o treino terá assimilado as opiniões dos especialistas e demais dados iniciais como os pesos das variáveis, permitindo assim a avaliação automatizada e inteligente dos cenários. A solução proposta pode ser adaptada a outras cadeias, considerando que os parâmetros de avaliação podem ser os mesmos que foram utilizados neste caso de estudo.

Os recursos oferecidos pela ferramenta visam dar suporte automatizado ao avaliador das cadeias produtivas para que este possa tomar ações visando à melhoria dos indicadores de competitividade da mesma, por meio do monitorando das dimensões e variáveis que caracterizam o desempenho de seu ambiente, principalmente aqueles que apontarem indicador de competitividade inferior ao esperado.

Este estudo considera que o impacto agregado dos fatores críticos revelados no processo de avaliação tem como resultante certa condição de desempenho competitivo, para um dado cenário. Assim, o conhecimento desses fatores, e da medida que impactam o desempenho da cadeia produtiva é de grande importância para o estabelecimento de estratégias empresariais e de políticas públicas para a melhoria de sua competitividade.

A funcionalidade da solução, que trata da geração de sugestões de melhoria com base na avaliação das variáveis e dimensões gerada pelo módulo ANFIS, ainda não foi implementada até a presente data.

Os resultados obtidos nas diversas simulações mostraram a utilidade da aplicação de técnicas de agrupamento como a Sub Clustering, como forma de melhorar o desempenho do treinamento do sistema pela identificação das similaridades implícitas

nos dados, eliminando assim parâmetros de ajustes desnecessários que podem comprometer os resultados, e também tratando de forma satisfatória a possibilidade de dados ausentes e imprecisos.

Essa utilidade se estende ainda ao fato de que com a utilização de modelos adaptativos como o ANFIS integrado com métodos de agrupamento como o *Subtractive Clustering*, a necessidade de utilizar trabalhosas técnicas estatísticas para pré-processamento e filtragem de dados (que podem acabar eliminando dados com características importantes que não estão explícitas) acaba sendo eliminada ou no mínimo reduzida.

Os recursos e facilidades oferecidos pela solução implementada têm utilidade ainda para a geração de um mapeamento histórico da situação do ambiente em estudo, ou seja, mapeamento de sua evolução mediante a aplicação das melhorias ou correção dos fatores críticos identificados em cada período, pois, esse tipo de mapeamento também é útil para a uma maior rapidez e eficiência no processo de tomada de decisões.

Por fim, com o estudo foi possível constatar que as ferramentas da inteligência computacional podem ser utilizadas nas mais variadas áreas de negócios, e mesmo em ambientes complexos.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros espera-se:

Implementar a solução utilizando a linguagem de programação Java devido as características da mesma: é uma linguagem de programação orientada a objeto que possui simplicidade; robustez em virtude de ser fortemente tipada, ou seja, todas as variáveis utilizadas no programa devem possuir um tipo definido de dado; portátil, pois uma aplicação independe de plataforma; segura; concorrente, porque suporta aplicações concorrentes.

Criar um banco de dados robusto para utilização integrada com a aplicação desenvolvida em Java, possibilitando que a coleta de informações iniciais, a opinião de especialistas e elementos chaves da cadeia produtiva possa ser feita diretamente pela

interface gráfica da solução, e também que a geração dos relatórios dos resultados, como as sugestões de melhorias para cadeia produtiva possa ser feita de forma mais automatizada e também organizada devido aos diversos recursos gráficos oferecidos pela linguagem Java.

Utilizar a solução computacional para traçar o perfil de competitividade da cadeia de frango de corte no estado do Pará e propor as melhorias necessárias.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.: **Developing business strategies**. 5.ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- ARTTO, E.W. Relative total costs: An approach to competitiveness measurement of industries. **Management International Review**, vol. 27, pp. 47–58, 1987.
- BARP, A. R. B. **Modelagem Chuva-Vazão em Bacias Hidrográficas com Suporte em Redes Neurais Artificiais**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas – SP, 1999.
- BATALHA, Mário Otávio; SILVA, Andréa Lago da. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas**. In: Gestão agroindustrial: GEPAI: grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. BATALHA, Mário Otávio (coord.). 3.ed. pp. 1-62, São Paulo: Atlas, 2007.
- BOTHE, H. Fuzzy neural network. **Seventh International Fuzzy System Association World Congress/ Tutorials – IFSA97**, p. 01-387, Jun. 1997.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. **Fundamentos de Redes Neurais Artificiais**, Rio de Janeiro: 11ª Escola de Computação; 1998.
- BUCKLEY, P.; PASS, C. , PRESCOTT, K. Measures of international competitiveness: a critical survey. **Journal of Marketing Management**, vol. 4, No 2, pp. 175-200, 1988.
- Caminhas, W. M.: **Estratégias de Detecção e Diagnóstico de Falhas em Sistemas Dinâmicos**, Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp, Campinas, SP, Brasil, 1997.
- CASTRO, A. M. G. de; COBBE, R. V.; GOEDERT, W. J. **Prospecção de demandas tecnológicas - Manual metodológico para o SNPA**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia. Brasília: Embrapa-DPD, 82 p. março, 1995.
- CHEN, Z. **Computational Intelligence for Decision Support**,. CRC Press LLC, Florida, 2000.
- CHIU, S. Fuzzy Model Identification Based on Cluster Estimation. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, Vol. 2, No. 3, Sept. 1994.
- CHOY, K.L.; LEE W.B.; VICTOR, L. An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in: outsource manufacturing . **International Journal of Expert Systems with Applications**, vol. 22, pp. 213 - 224, 2002.
- CORTEZ, P. A. R. **Algoritmos Genéticos e Redes Neurais na Previsão de Séries Temporais**. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade do Minho, 1997.
- DALL'AGNOL, W. J.: **Avaliação de simulação computacional na avaliação de desempenho da cadeia produtiva através da colaboração e melhorias de processos logísticos**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2005.

- DAMASIO, E. **O profissional da informação na indústria: habilidades e competências**. Dissertação (Mestrado em Biblioteconomia e Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Biblioteconomia e Ciência da Informação, Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC Campinas, Campinas, 2001.
- EISENHARDT, K.; MARTIN, J. Dynamic capabilities: what are they?. **Strategic Management Journal**, Vol. 21, No 10/11 Special Issue: The evolution of firm capabilities, pp. 1105-1121 Out./Nov., 2000.
- FAJNZYLBER F. Competitividad internacional, evolución y lecciones. **Revista de la CEPAL**, No 36, dez. 1988.
- FIGUEIREDO, M.; GOMIDE, F.; PEDRYCZ, W. **A Fuzzy Neural Network: Structure and Learning**, in: Bien, Z., Min, K. C. (eds.), *Fuzzy Logic and its Applications, Information Sciences, and Intelligent Systems*, Kluwer Academic Publishers, 177-186, 1995.
- FINE, T. L., **Feedforward Neural Network Methodology**. Springer. (1999).
- FOSS, N., The resource-based perspective: an assessment and diagnosis of problems. **DRUID Working Paper**, No 97-1, 1997.
- FREEMAN, C. Technological infrastructure and international competitiveness.
- GALLANT, S. **Neural Network Learning and Expert Systems**. MIT Press. Cambridge, USA. 1993.
- GOMES, D. T. **Modelos de Redes Neurais Recorrentes para Previsão de Séries Temporais de Memórias Curta e Longa**. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- GONÇALVES, A. P. **Aplicação de Lógica Fuzzy em Guerra Eletrônica**. IX Simpósio de Guerra Eletrônica, São Paulo, 2007.
- HAGUENAUER, L.; **Competitividade: Conceitos e Medidas**, Rio de Janeiro, TDIEIRJ, n. 21, 1989.
- HANDFIELD, R. B.; NICHOLS, J. R., E. L. **Introduction to supply chain management**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1999.
- HAYKIN, S. **Neural Networks - A Comprehensive Foundation**. 2nd edition. Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- HAYKIN, S. **Redes Neurais – Princípios e Práticas**. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- HENRIQUES, L. O. A. P. **Compensação das oscilações de Torque de um acionamento de Relutância Chaveado utilizando Técnicas de controle Neuro-Fuzzy**. Dissertação de Mestrado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia UFRJ, RJ, Brasil, 1999.
- HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. **Administração Estratégica**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- HOFER, C.W.; SCHENDEL, D. **Strategy Formulation: Analytical Concepts**, West, St. Paul, MN, 1978.

- HOLLAND, J. H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**, MIT Press, Cambridge, MA: 1992.
- HUNGER, J.; WHEELLEN, D. ; THOMAS L. **Gestão estratégica: princípios e práticas**. 2a ed. Rio de Janeiro: Reichmann e Affonso (eds), 2002.
- JANG, J. R., SUN, C. **Neuro-Fuzzy Modeling and Control**, Proceedings of the IEEE, v. 83, n. 3, pp. 378-406, March . 1995.
- JANG, J. R.; GULLEY, N. **Fuzzy Logic Toolbox User's Guide**. The Mathworks, Inc. 1997.
- JENNINGS, D. **Strategic guidelines for outsourcing decisions**. In: Hussey, D. (Ed.). *The strategic decision challenge*. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- JOO, Y. H.; Chen, G., **Fuzzy Systems Modeling: An Introduction**, In: Rabuñal Dopico, J.; Dorado, J.; Pazos, A. (orgs). **Encyclopedia of Artificial Intelligence**, pp. 734-743, 2009.
- KAO, C.; LIU, S.T. Competitiveness of manufacturing firms: An application of fuzzy weighted average. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A: Systems and Humans**, vol. 29, No 6, pp. 661–667, 1999
- KARNANI, A. Equilibrium market share—A measure of competitive strength. **Strategic Management Journal**, vol 3, pp. 43–51, 1982
- KUPFER, D, Hasenclever, L. (org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Campus. 2002.
- LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. **Contribuição do PADCT para a melhoria das condições de competitividade da indústria brasileira – versão preliminar para discussão**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1995.
- LEVY, M. ; WEITZ, B. A. **Administração de varejo**. Tradução por Erika Suzuki. São Paulo: Atlas, 2000.
- MAHONEY, J.T. The Management of resources and the resource of management, **Journal of Business Research**, v.33, n.2, p.91-101, 1995.
- MAHONEY, J.T.; PANDIAN, J.R. The Resource-based view within the conversation of strategic management, **Strategic Management Journal**, v.13, p.363-380, January 1992.
- MAKADOK, R. Toward a synthesis of the resource-based and dynamic-capability views of rent creation, **Strategic Management Journal**, v.22, p.387-401, 2001.
- MANOJ, K, PREM V., Shankarc, R. A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. **International Journal of Computers & Industrial Engineering**, vol. 46, pp. 69–85, 2004.
- MELZ, L. J. **Competitividade da cadeia produtiva de carne de frango em Mato Grosso: Avaliação dos seguimentos de Avicultura e Processamento**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, São Paulo, SP, Brasil, 2010.

- MINSKY, M.; PAPERT, S. **Perceptrons: an Introduction to Computational Geometry**, edição expandida, MIT Press, 1988.
- MINTIZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia**. 4a ed. Porto Alegre: Bookmann, 2006.
- MIRANDA, P.; JUNIOR, M. B. V.; KRONBAUER, D. **Sistema de Controle Difuso de Mamdani Aplicações: Pêndulo Invertido e outras**. Monografia de graduação, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, MS, 2003.
- NEVES, J.; CORTEZ, P., **An Artificial Neural Network Genetic Based Approach for Time Series Forecasting**. In: Proceedings of the IV Brazilian Symposium on Neural Networks. Goiânia. Brazil. 1997.
- NORTH, D. **Custos de transação, instituições e desempenho econômico**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994.
- PEDRYCZ, W.; GOMIDE, F. **An Introduction to Fuzzy Sets**, MIT Press, 1998.
- PERELMUTER, G. **Redes Neurais Aplicadas ao Reconhecimento de Imagens Bidimensionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), DEE, PUC – Rio, 1996.
- PETIT, P. **Estrutura e desenvolvimento de uma economia baseada no conhecimento: implicações para políticas**. In: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. ; ARROIO, A. (orgs.). Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005.
- PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da concorrência**. 2a ed. São Paulo: Campus, 2005.
- PORTER, M.E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- PORTER, M.E. **The Competitive Advantage of Nations**. The Free Press, MacMillan, New York, 1990.
- PRAHALAD, C. K.; FAHEY, Y, L.; RANDALL, R. M. **A strategy for growth: the role of core competencies in the corporations**. In: FaheyY, L.; Randall, R. M. (Eds.). The portable MBA in strategy. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **The Core Competence of the Corporation**. Harvard Business Review, p. 3-15, May/June, 1990.
- PRECHELT, L. PROBEN1. **A Set of Neural Network Benchmark Problems and Benchmarking Rules. Research Report**. Fakulttat fur Informatik. Universitat Karlsruhe Germany, 1994.
- PRESSMAN, R. S.: **Engenharia de Software**. 6 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- RICARDO, D. **Principles of Political Economy and Taxation**. J.Murray: London, ENG, 1817.
- ROCHA, W. **Contribuição ao estudo de um modelo conceitual de sistema de informação de gestão estratégica**. Tese de Doutorado em Ciências Contábeis , Universidade de São Paulo. 148 p. São Paulo, 1999.

- ROSSETO, C. R.: **Uma proposta para combinação do modelo de Porter e do modelo de referência do Instituto Alemão de Desenvolvimento (IAD) no estudo da competitividade sistêmica setorial**. VII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2000.
- RUMELHART, D.; HINTON, G. & WILLIAMS, R. **Learning Internal Representations by Error Propagation**. In: Rumelhart & McClelland: Parallel Distributed Processing - Explorations in the Microstructure of Cognition - Vol.1: Foundations. Cambridge: MIT Press, 1986.
- SANTOS, M. A.; SEIXAS, J. M.; PEREIRA, B. B. P.; MEDRONHO, R. A. Usando redes neurais artificiais e regressão logística na predição da Hepatite A. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 8, no 3, PP. 117-126. São Paulo, Jun. 2005
- SCHUMPETER, J. **Capitalism, Socialism and Democracy**. Harper: New York, 1950.
- SHANK, J. K.; GOVINDARAJAN, V., **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos**. 2. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1997.
- SHAW, I. S. et al. **Controle e modelagem Fuzzy**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999.
- SILUK, J. C. M., NORA, L. D. D.: Proposta de diagnóstico da inovação e competitividade no setor de serviços. **RACE (Revista de Administração, Contabilidade e Economia)**, v.10, n. 1, pp. 7-30, Jan./Jun. 2011.
- SILVA, C. A. B.; BATALHA, M. O. (Coord.). **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil**. Brasília: IEL: CNA: SEBRAE, 2000.
- SILVA, C. A. da; SOUZA FILHO, H. M. de. **Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries**. Roma: FAO, 2007.
- SILVA, C. A.; SOUSA, J.M.C.; RUNKLERB, T.A. Rescheduling and optimization of logistic processes using GA and ACO. **International Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 21, pp. 343 – 352, 2008.
- SILVA, C. L. da. Competitividade: mais que um objetivo, uma necessidade. **Revista Faebusiness**, n.1, dez. 2001.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis : UFSC,PPGEP,LED, 113p, 2000.
- SILVEIRA, A. M. da; CERQUEIRA, M. L.; OLIVEIRA, R. C. L. de . **Evaluation of the competitiveness of organizations: An essay using Artificial Neural Networks (ANN)**. In: G.L. Torres , J.M. Abe , M.L. Mucheroni and P.E. Cruvinel. (Org.). Advances in Intelligent Systems and Robotics. 1a. ed. Amsterdam: IOS Press, 2003, v. 101, p. 145-158.
- SIQUEIRA, M. C. M; FUSCO, J. P. A. Avaliação de competitividade sob o foco de redes simultâneas: alianças estratégicas e parcerias na indústria gráfica. **RAU (Revista de Administração da UNIMEP)**, vol. 3, no.1, pp. 94-116, Janeiro/Abril.
- SOMMERVILLE, S. **Software engineering**. 8 ed. Addison Wesley, 2006.

- SOUZA FILHO, H. M.; GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M., **Metodologia para estudo das relações de mercado em sistemas agroindustriais**. Brasília: IICA, 2008.
- SOUZA, R. A. de.: **Sistemas Inteligentes de Apoio a Decisão Utilizando Lógica Fuzzy**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), DEEC, UFPA – Pará, 2003.
- SPPEDING, C.R.W. **The biology of agricultural systems**. London. Academic Press Inc., 1975.
- TAKAGI, T.; SUGENO, M. Fuzzy Identification of Sustema and its Applications to Modeling and Control, **IEEE Trans. Syst. Man. Cybernet.**, Vol. 15, pp. 116 - 132, 1985.
- TANAKA, K.; WANG, H. O. **Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach**. John Wiley & Sons, 2001.
- TANSCHIEIT, R. **Sistemas Fuzzy**. Monografia, Graduação, Departamento de Engenharia Elétrica - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.
- TARAPANOFF, K.; ARAÚJO JÚNIOR, R. H. de; CORMIER, P. J. **Sociedade da informação e inteligência em unidades de informação**. Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 91-100, set./dez. 2000.
- VAN DUREN, E.; MARTIN, L.; WESTGREN, R. Assenssing the competitiveness of Canada's agrifood industry. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, no. 39, p. 727-738, 1991.
- VELOCCI, A. L. More rigorous methodology applied to gauge competitiveness. **Aviation Week and Space Technology**. vol. 149, no 6, pp. 67–68, 1998.
- WALTERS, D.; LANCASTER, G. Value and Information – concepts and issues for management, **Management Decision**, v.37, n.8, p.643-656, 1999.
- WANG, L. **A Course in Fuzzy Systems and Control**. PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ, 1997.
- WARD, K. **Strategic management accounting**. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1993.
- WERNERFELT, B. A Resource-based view of the firm, **Strategic Management Journal**, v.5, p. 171-180, 1984.
- WIDROW, B. and M.E. Hoff. **Adaptative Switching Circuits**. Institute of Radio Enginners. Western Electronic Show and Convention, 1960.
- WITTGENSTEIN, L. **Philosophical investigations**. Nova York: Macmillan, 1958.
- YAGER, R.; FILEV, D. Generation of Fuzzy Rules by Mountain Clustering. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, Vol. 2, No. 3, pp.209-219, 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA A DIMENSÃO INSUMOS

```
%Treinamento da dimensão 6 - Insumos

clear all;
epoch_n=5;

% carrega conjunto de dados de treinamento e validação
load './entradas/cat6.txt'
load './entradas/valcat6.txt'
trn_data = cat6';
ts = trn_data(:, 7);
chk_data = valcat6';

% gera a matriz FIS
mf_type = 'trimf';
in_fismat = genfis2(trn_data(:, 1:6), ts, 0.5);

% Treinamento
ss = 0.1;
mf_type = 'trimf';
tic;
[trn_out_fismat trn_error step_size chk_out_fismat chk_error] = ...
    anfis(trn_data, in_fismat, [epoch_n nan ss nan nan], [1,1,1,1], chk_data);
toc;
ruleview(trn_out_fismat)
surfview(trn_out_fismat)

figure('name', ...
    ['(Insumos: ' mfilename ')'],...
    'number', 'off');
blackbg;
subplot(221);
tmp = [trn_error chk_error];
plot(tmp);
title('Curvas de erro');
axis([0 epoch_n min(tmp(:)) max(tmp(:))+1]);
legend('Erro Treino', 'Erro Validação');

%teste da validação
tsval=chk_data(:,7);
%teste da validação
%teste validação
subplot(222);
inputval=[chk_data(:, 1:6)];
anfis_outputval = evalfis(inputval, chk_out_fismat);
indexval = 1:20;
timeval=1:20;
stem(timeval(indexval), [tsval(indexval) anfis_outputval]);
plot(timeval(indexval),tsval(indexval),'r*',timeval(indexval),anfis_outputval,'go');
axis([min(timeval(indexval)) max(timeval(indexval)) min(tsval(indexval)) max(tsval(indexval))]);
title('Saída Desejada * e Saída Neuro-fuzzy val O')
% plot(step_size);
```

```

% title('Step Sizes');

subplot(223);
input = [trn_data(:, 1:6)];
anfis_output = evalfis(input, trn_out_fismat);
index = 1:50;
time=1:50;
plot(time(index),ts(index),'r*',time(index),anfis_output,'go');
axis([min(time(index)) max(time(index)) min(ts(index)) max(ts(index))]);
title('Saída Desejada(*) e Saída Neuro-Fuzzy(O)')

subplot(224);
diff = ts(index)-anfis_output;
plot(time(index), diff);
axis([min(time(index)) max(time(index)) min(diff) max(diff)]);
title('Erros de predição')
saveas(gcf,'./graficos/cat6/cat6_treino.jpg')

figure('name', ...
    ['(Insumos: ' mfilename ')'],...
    'number', 'off');
blackbg;
% plot final MF's on x, y, z, u
in_range = getfis(trn_out_fismat, 'inrange');
mf_type = getfis(trn_out_fismat, 'inmfparams');
mf_para = getfis(trn_out_fismat, 'numinputs');
in_n = getfis(trn_out_fismat, 'NumInputMfs');
in_mf_n = getfis(trn_out_fismat, 'NumInputMfs');
start = [0 cumsum(in_mf_n)] + 1;

subplot(321);
input_index = 1;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs on Input 1');

subplot(322);
input_index = 2;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs entrada 2');

subplot(323);

```

```

input_index = 3;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs entrada 3');

```

```

subplot(324);
input_index = 4;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs entrada 4');

```

```

subplot(325);
input_index = 5;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs entrada 5');

```

```

subplot(326);
input_index = 6;
curr_in_range = in_range(input_index, :);
curr_mf_type = mf_type(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
curr_mf_para = mf_para(start(input_index): ...
    start(input_index)+in_mf_n(input_index)-1, :);
x = linspace(curr_in_range(1), curr_in_range(2), 101);
mf = evalmmf(x, curr_mf_para, curr_mf_type);
plot(x', mf');
axis([curr_in_range 0 1.2]);
title('Final MFs entrada 6');
saveas(gcf, './graficos/cat6/cat6_mf.jpg')

```

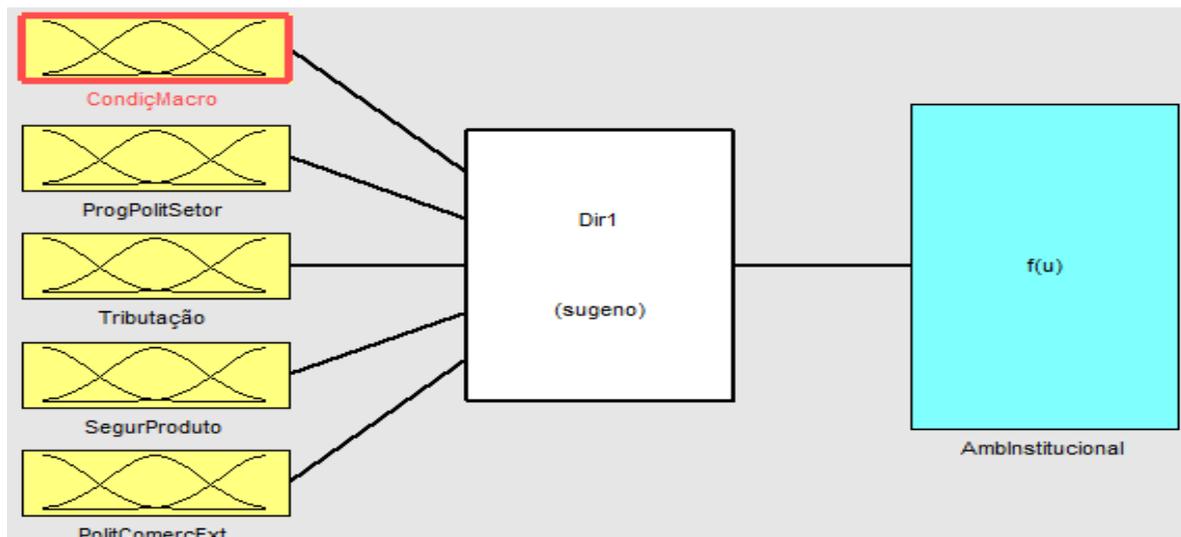
```

ICDir6=[anfis_outputval(20,1)];
writefis(trn_out_fismat,'Dir6')
save './saidas/ICDir6.txt' ICDir6 -ascii
save './saidas/saidacat6.txt' anfis_output -ascii

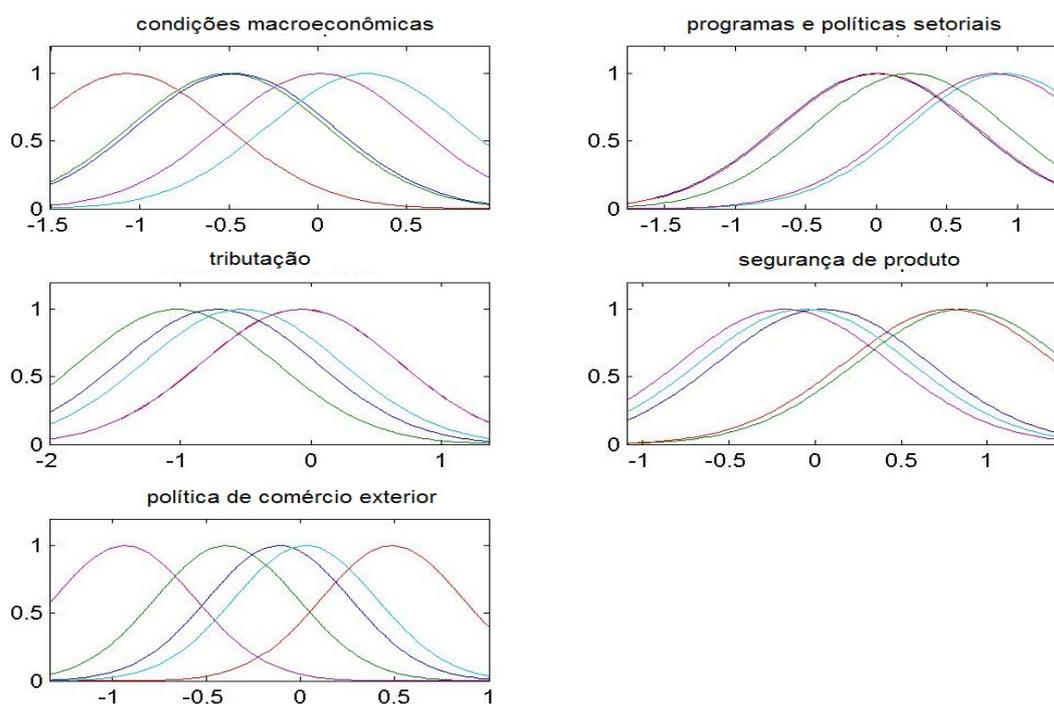
```

APÊNDICE B - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO AMBIENTE INSTITUCIONAL

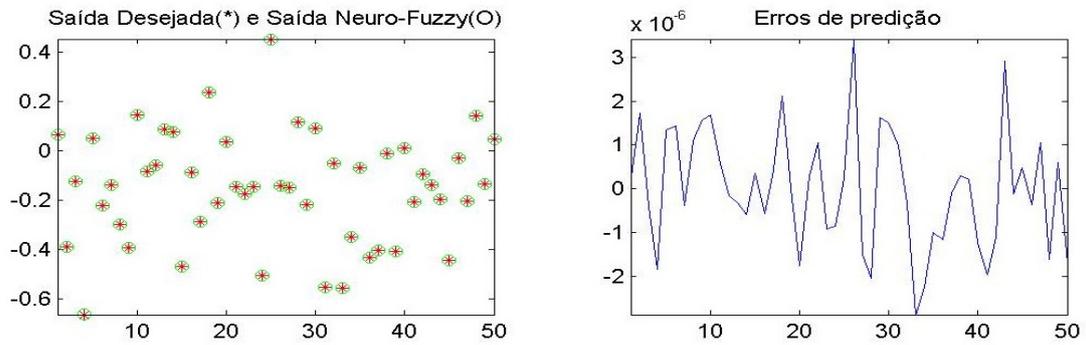
B1 – Entradas do Módulo ANFIS Ambiente Institucional



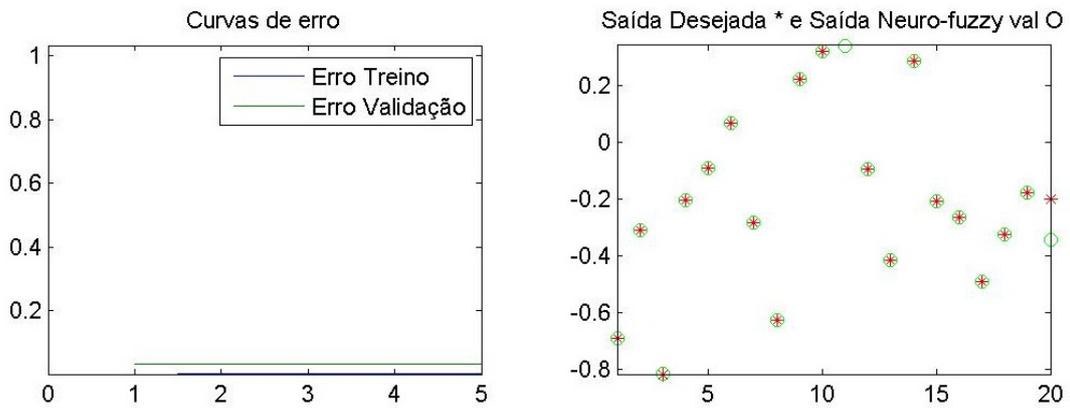
B2 – Funções de pertinência da dimensão Ambiente Institucional, raio do cluster= 0,7



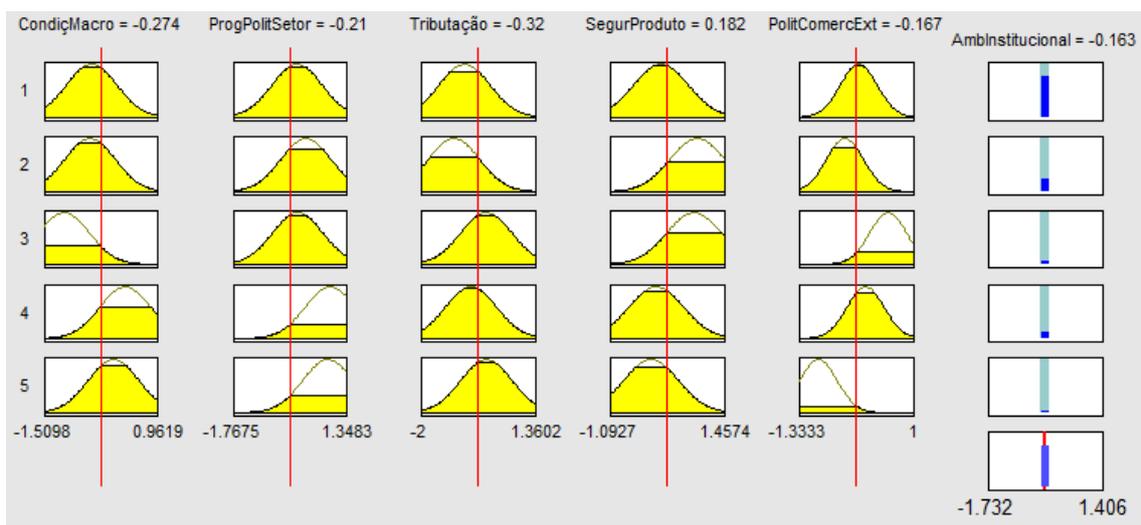
B3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Ambiente Institucional



B4 - Resultados de validação do Módulo ANFIS Ambiente Institucional

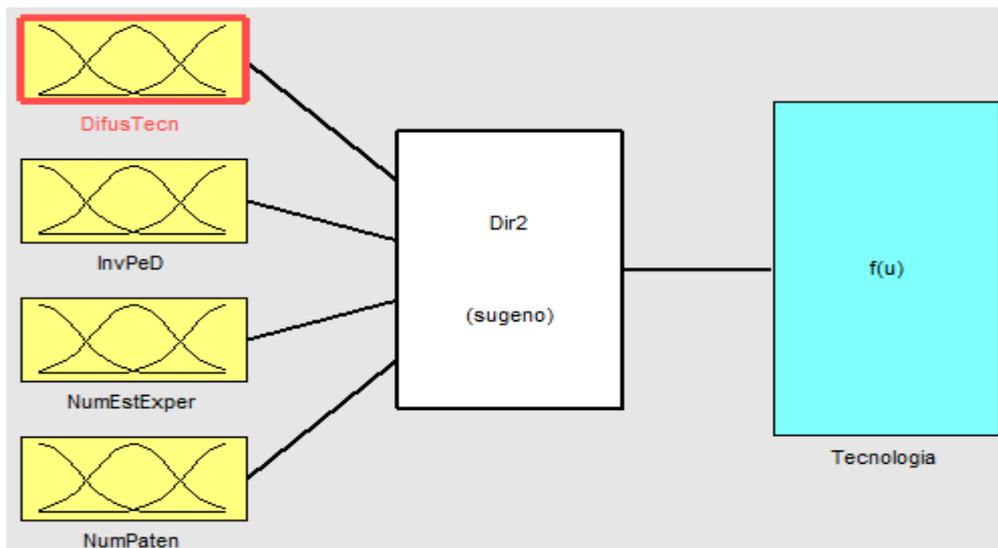


B5 – Base de regras para o Módulo ANFIS Ambiente Institucional

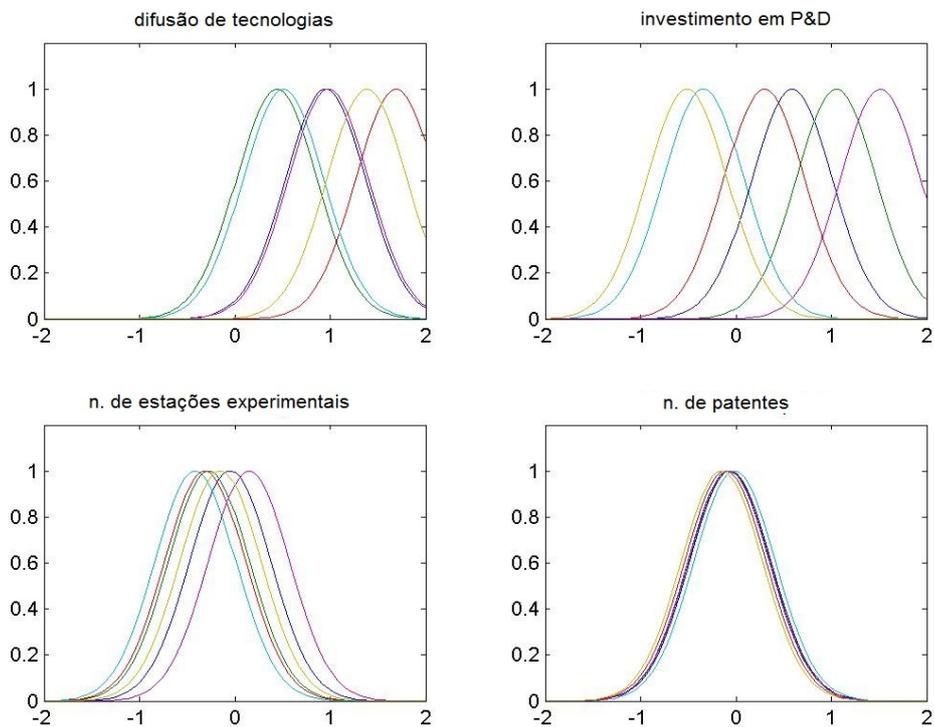


APÊNDICE C - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO TECNOLOGIA

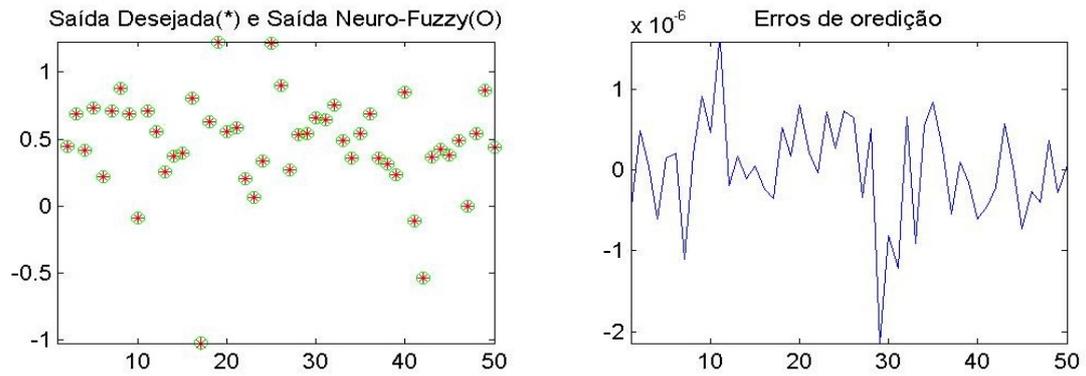
C1 – Entradas do Módulo ANFIS Tecnologia



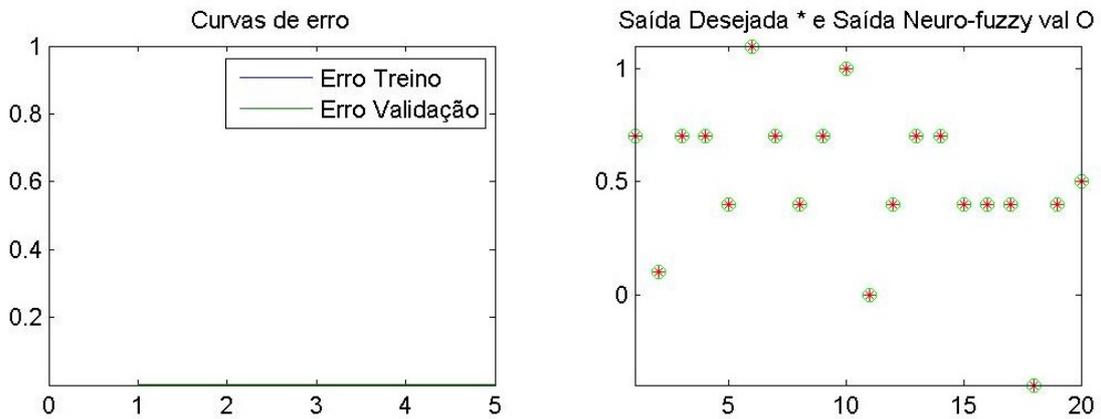
C2 – Funções de pertinência da dimensão Tecnologia, raio do cluster=0,5



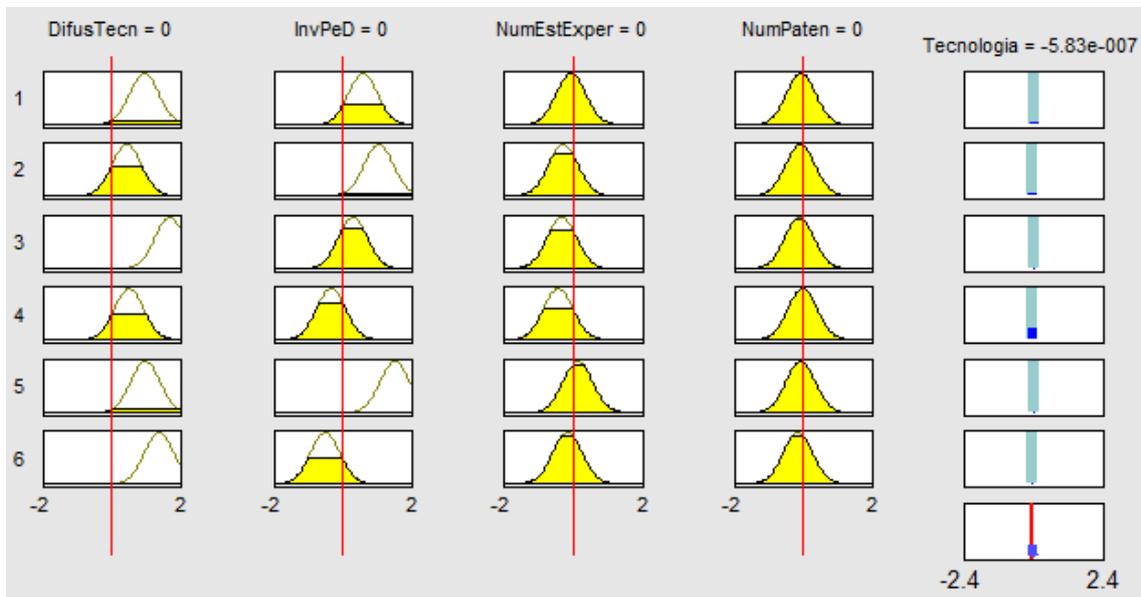
C3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Tecnologia



C4 – Resultados da validação do Módulo ANFIS Tecnologia

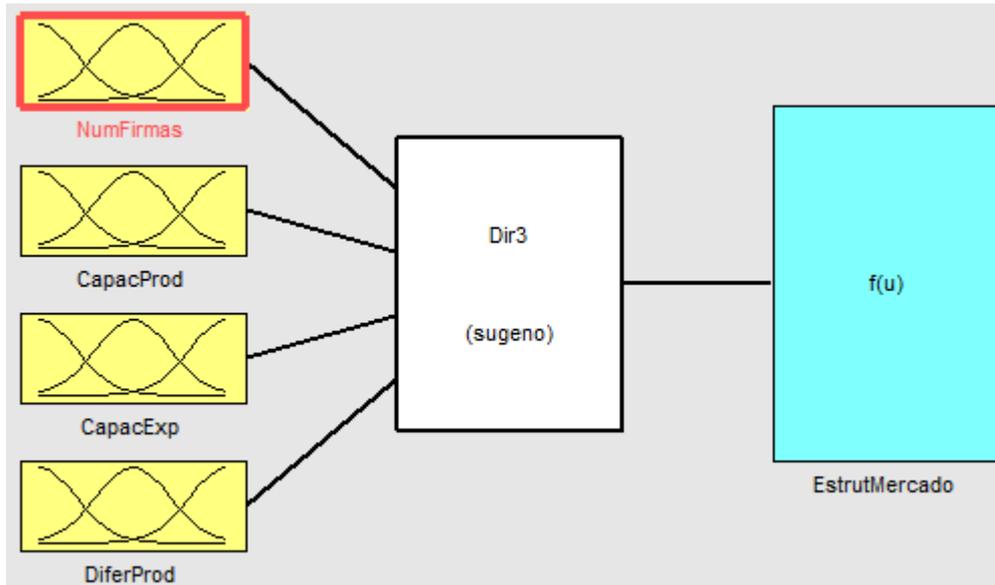


C5 – Base de regras para o Módulo ANFIS

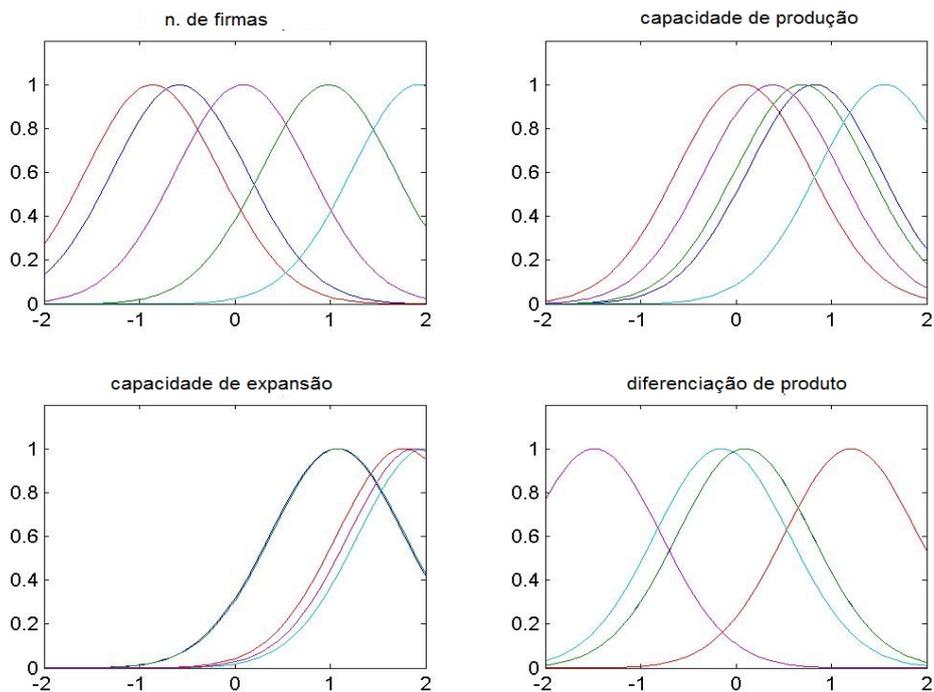


APÊNDICE D - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAS DE MERCADO

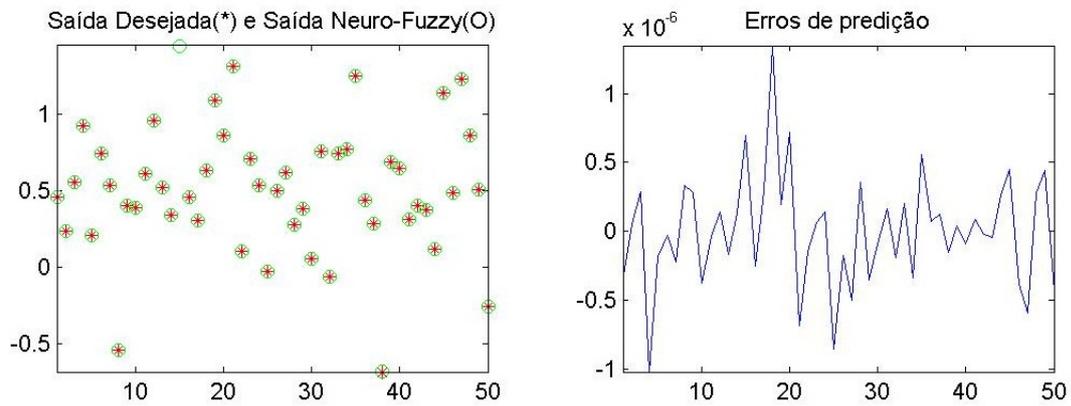
D1 – Entradas do Módulo ANFIS Estruturas de mercado



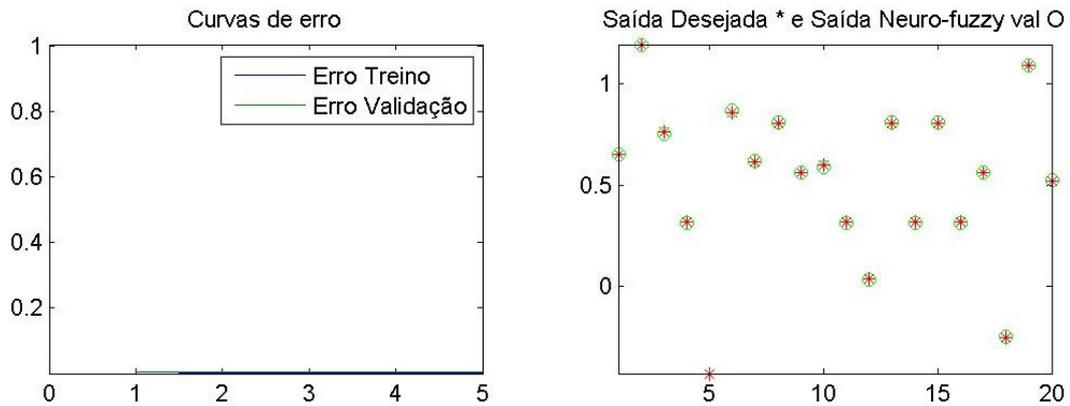
D2 – Funções de pertinência da dimensão Estruturas de mercado, raio do cluster=0,5



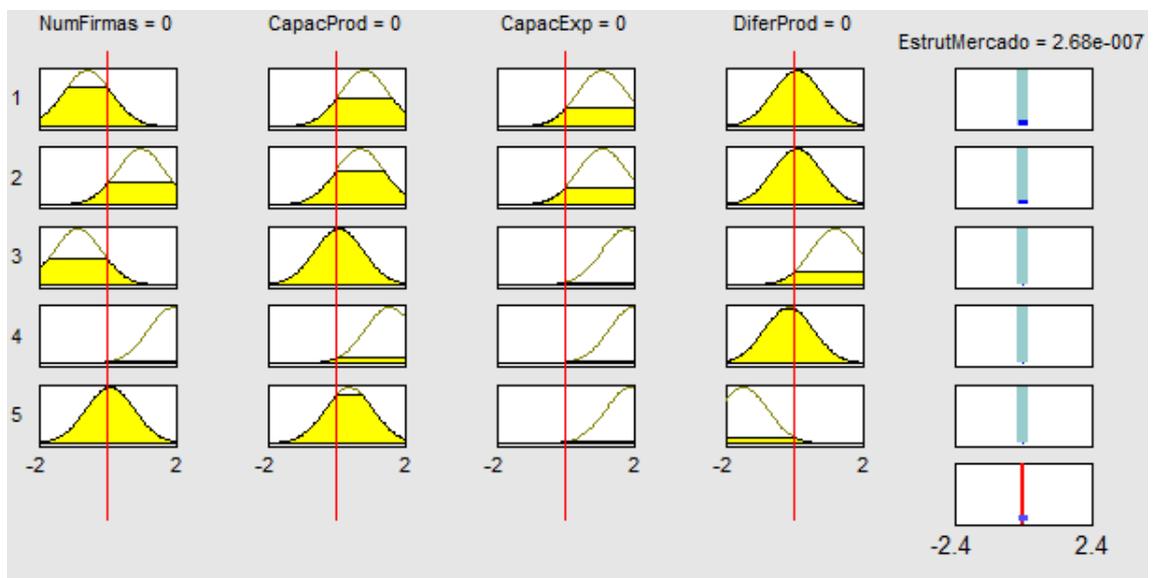
D3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Estruturas de mercado



D4 – Resultados da validação do Módulo ANFIS Estruturas de mercado

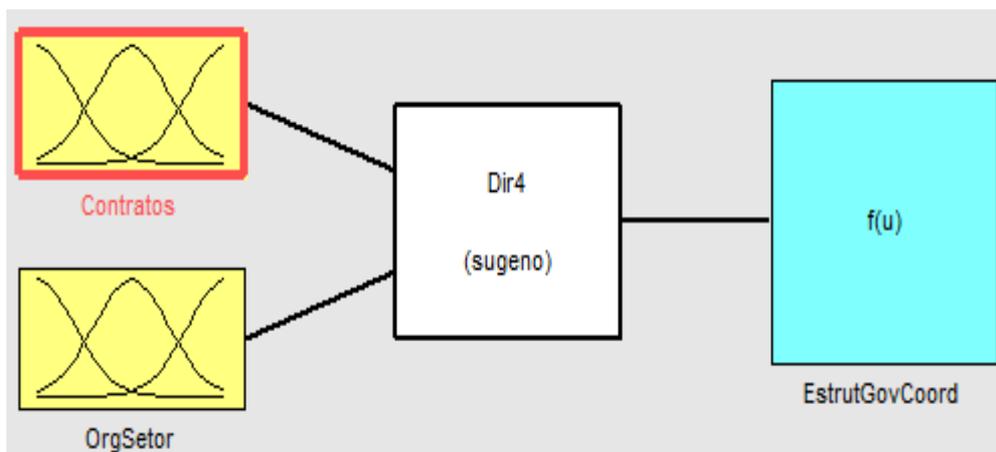


D5 – Base de regras para o Módulo ANFIS Estruturas de mercado

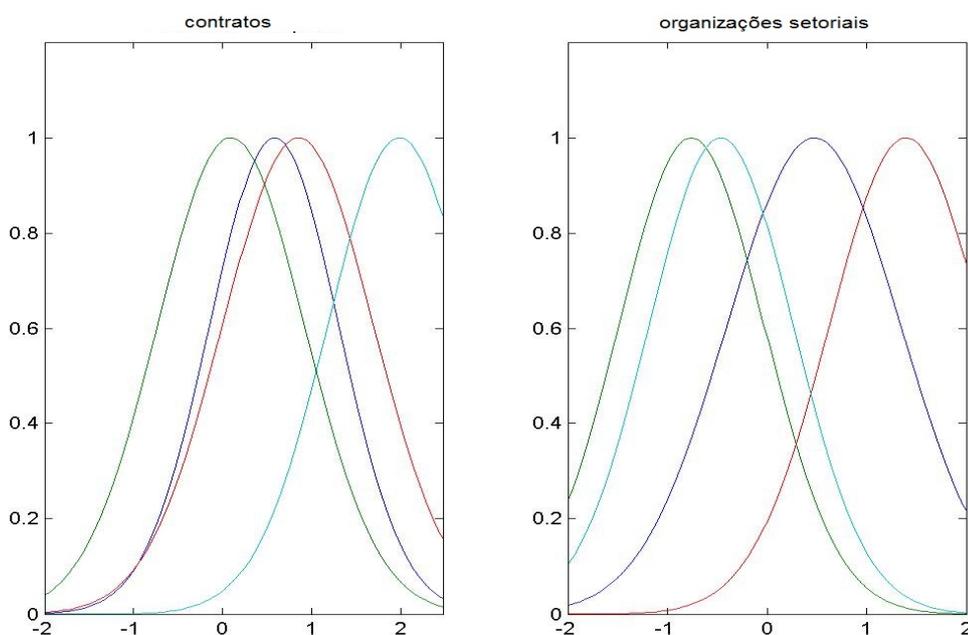


APÊNDICE E - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA E COORDENAÇÃO

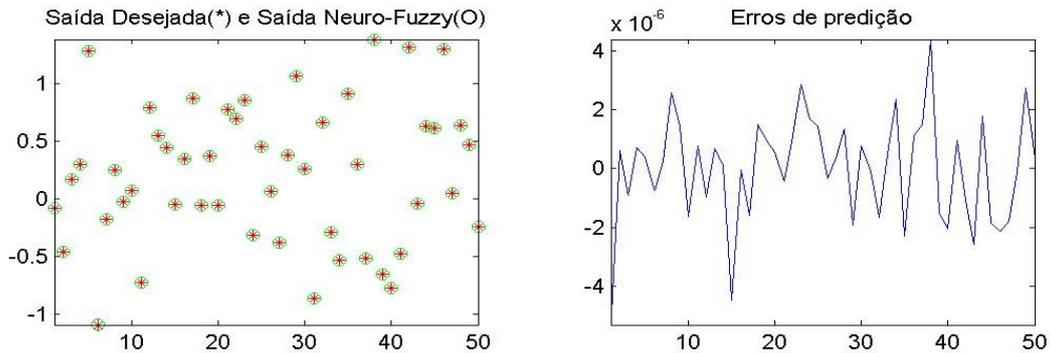
E1 – Entradas do Módulo ANFIS Estruturas de governança e coordenação



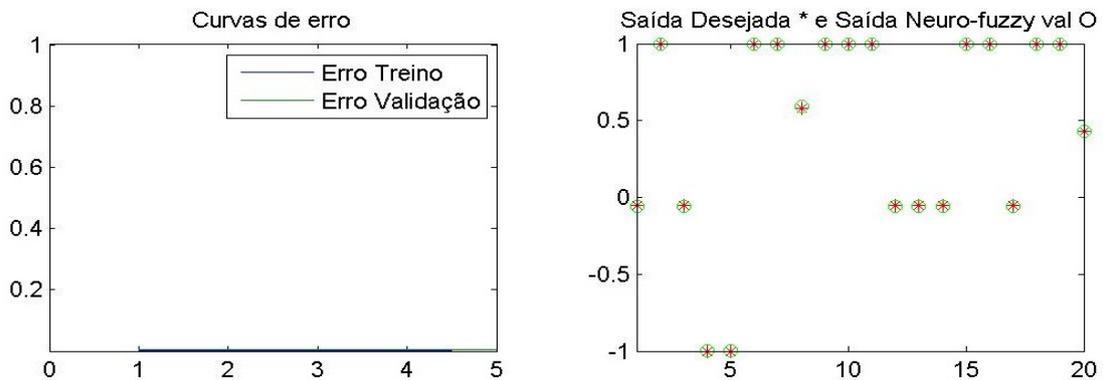
E2 – Funções de pertinência da dimensão Estruturas de governança e coordenação, raio do cluster = 0,5



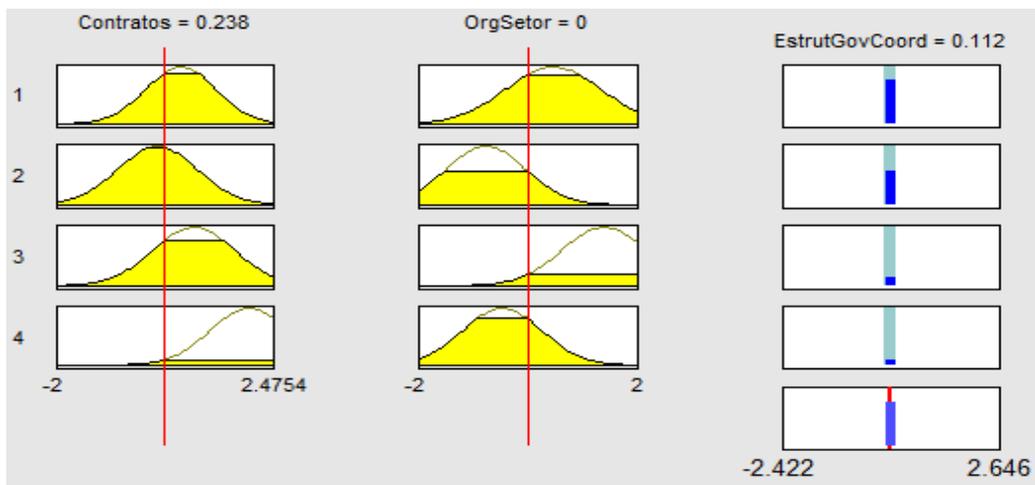
E3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Estruturas de governança e coordenação



E4 – Resultados da validação do Módulo ANFIS Estruturas de governança e coordenação

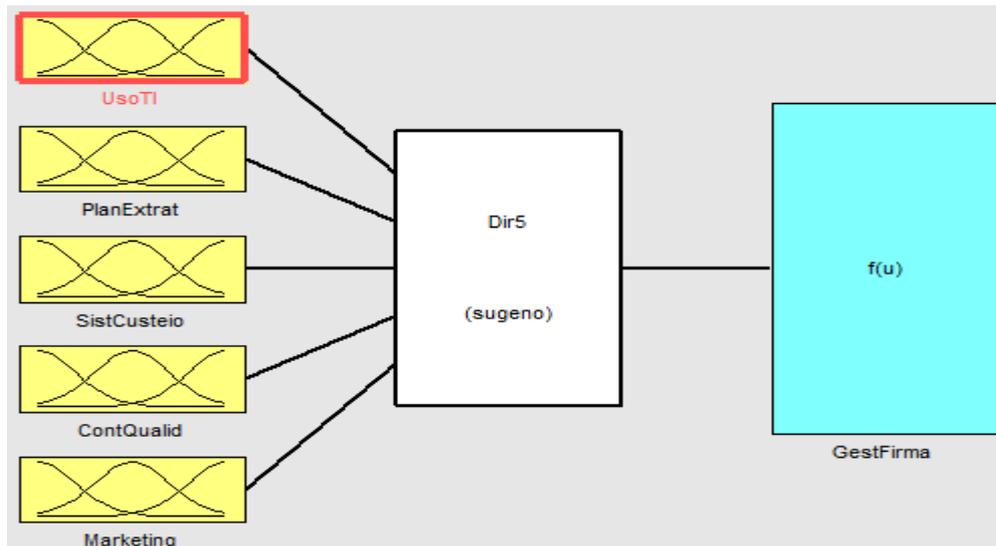


E5 – Base de regras para o Módulo ANFIS E3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Estruturas de governança e coordenação

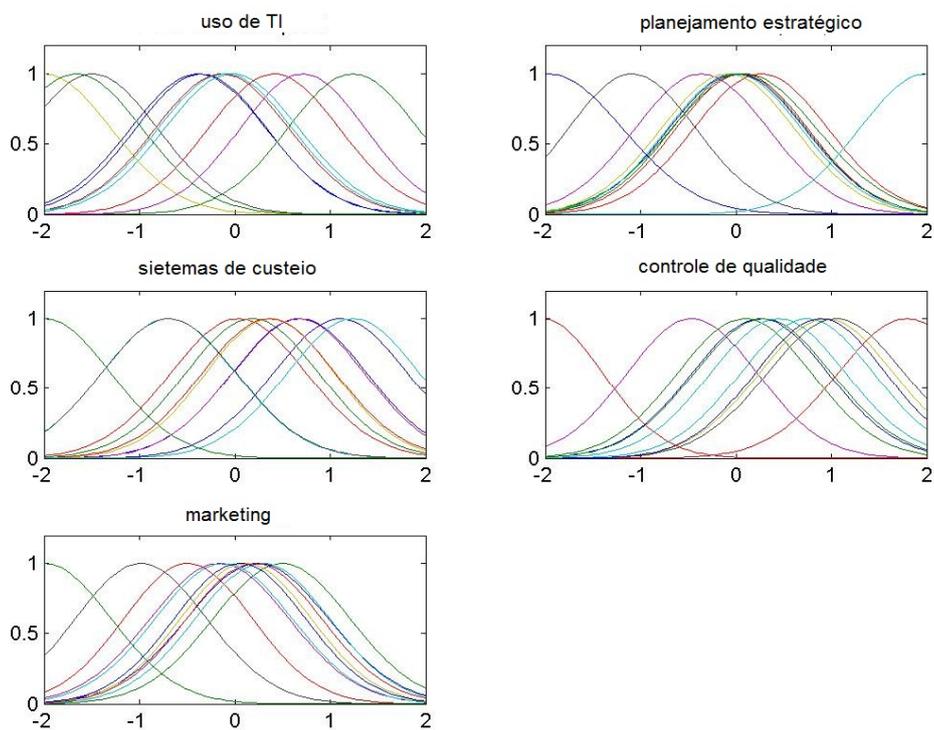


APÊNDICE F - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO GESTÃO DE FIRMAS

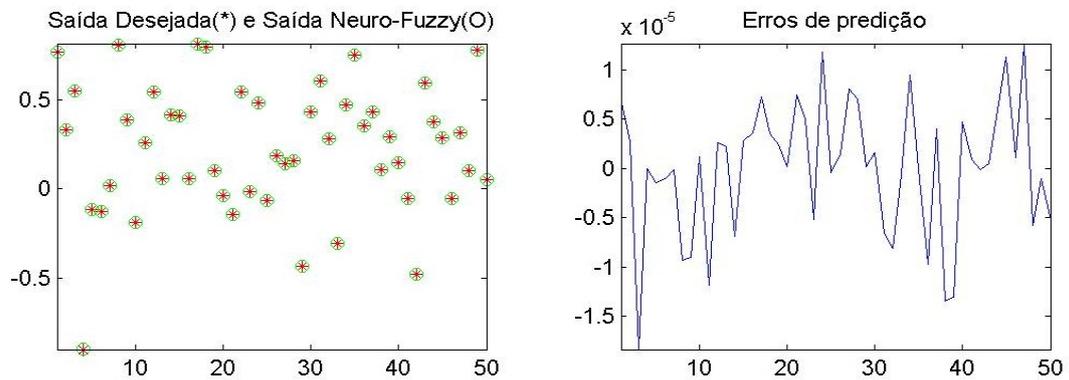
F1 – Entradas do Módulo ANFIS Gestão de firmas



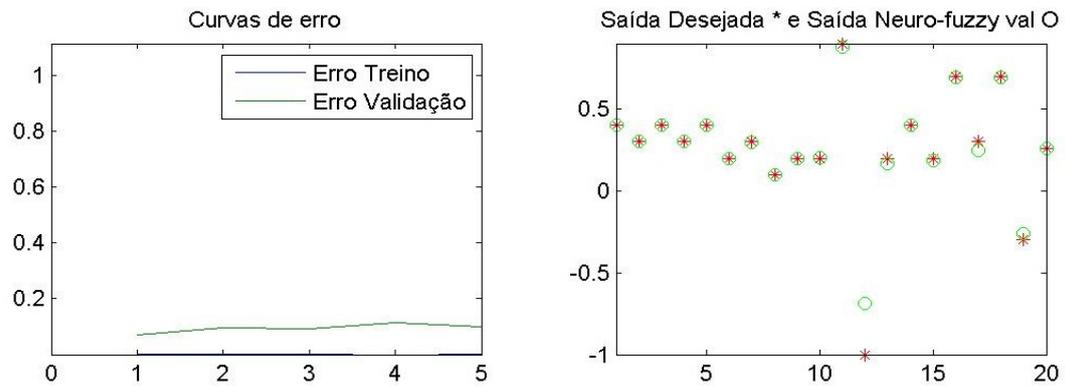
F2 – Funções de pertinência da dimensão Gestão de firmas, raio do cluster=0,7



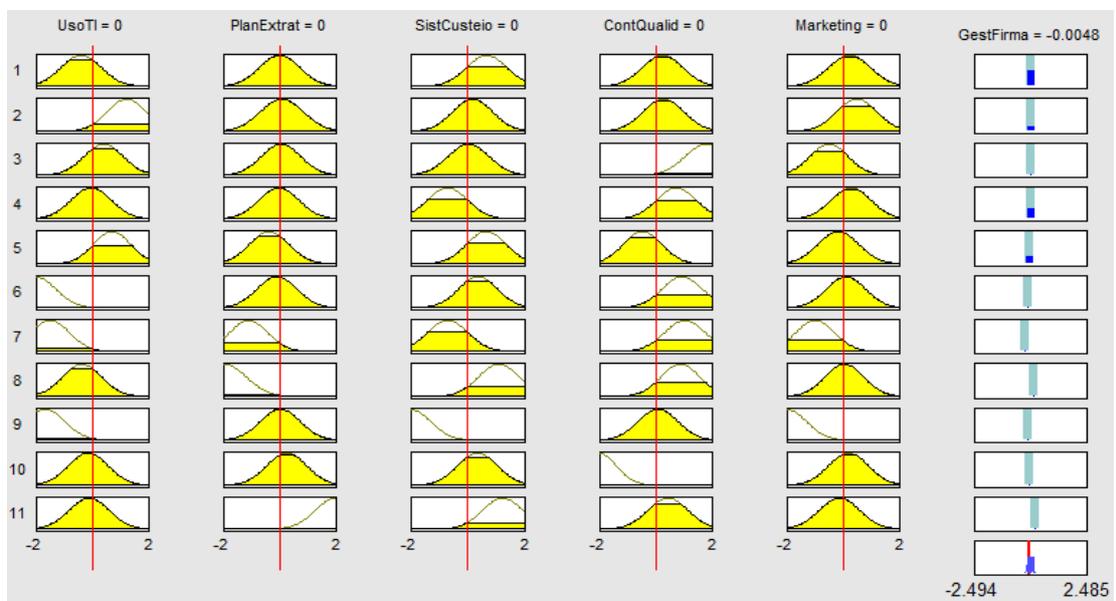
F3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Gestão de firmas



F4 – Resultados de validação do Módulo ANFIS Gestão de firmas

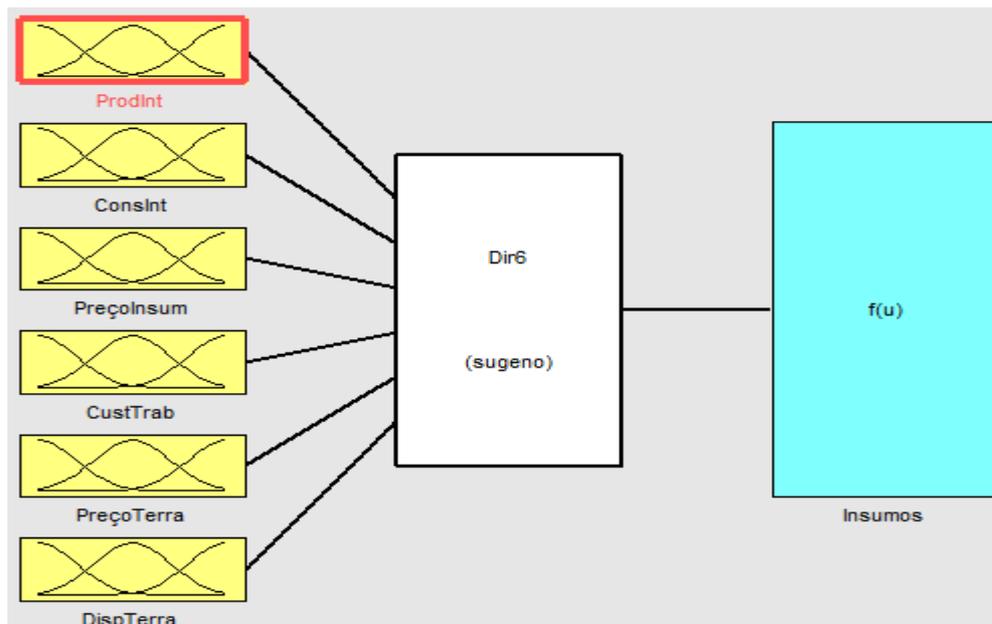


F5 – Base de regras para o Módulo ANFIS Gestão de firmas

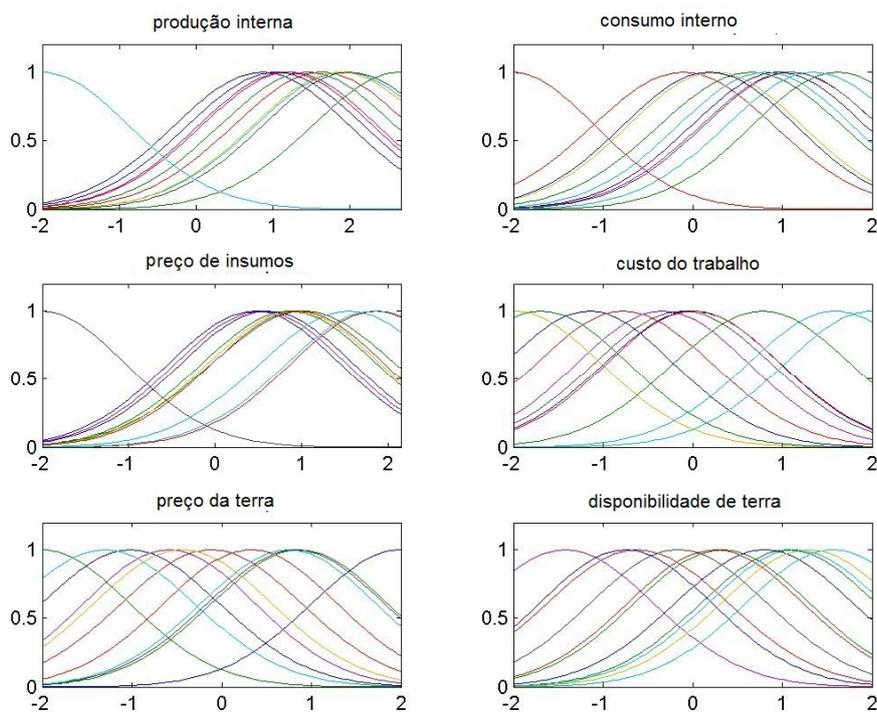


APÊNDICE G - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO INSUMOS

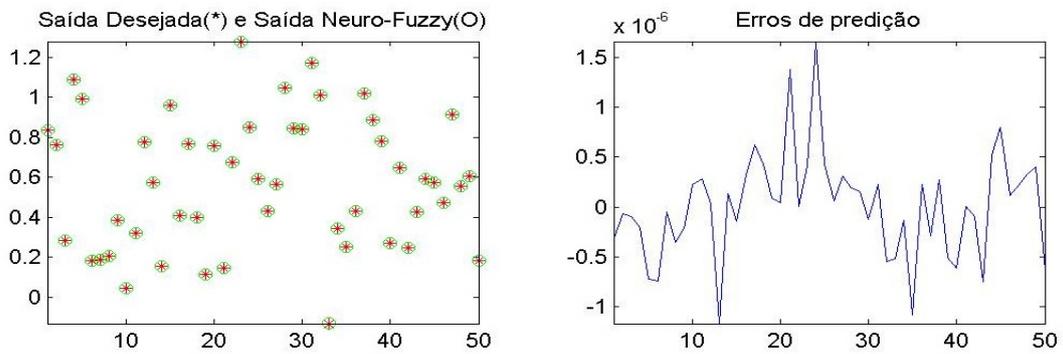
G1 – Entradas do Módulo ANFIS Insumos



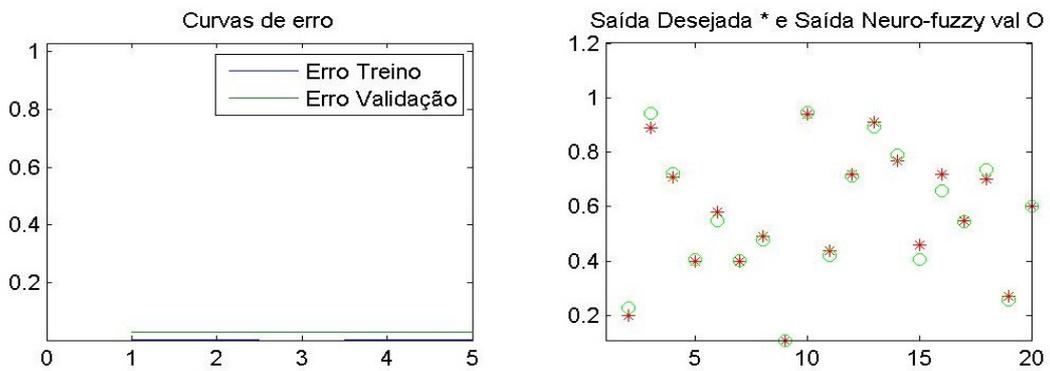
G2 – Funções de pertinência da dimensão Insumos, raio do cluster = 0,7



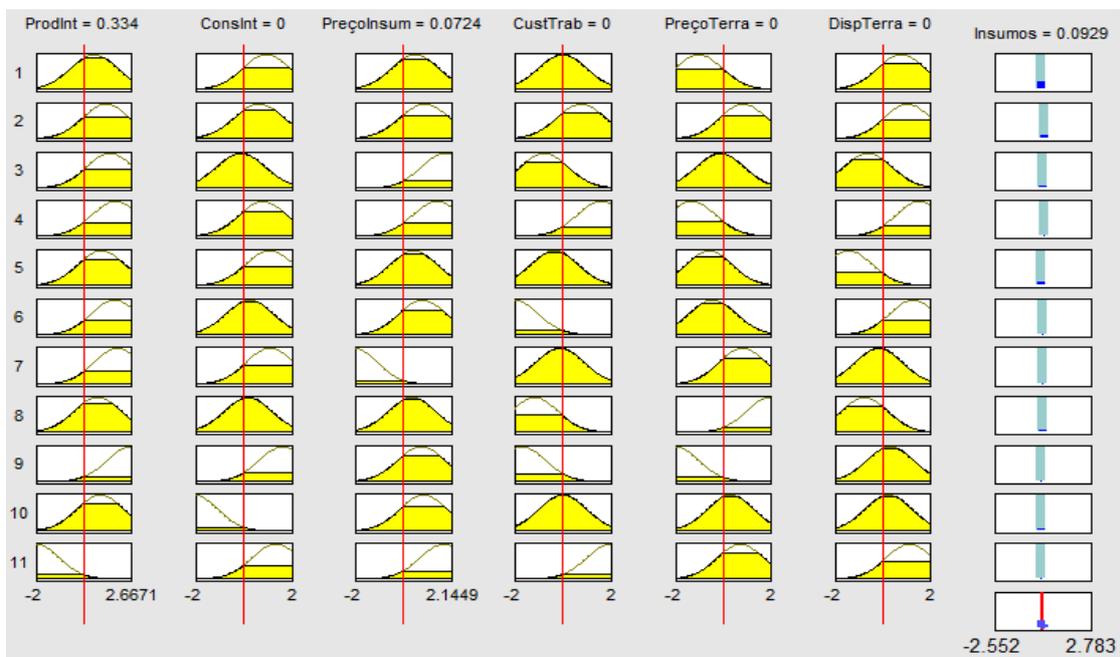
G3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Insumos



G3 – Resultados de validação do Módulo ANFIS Insumos

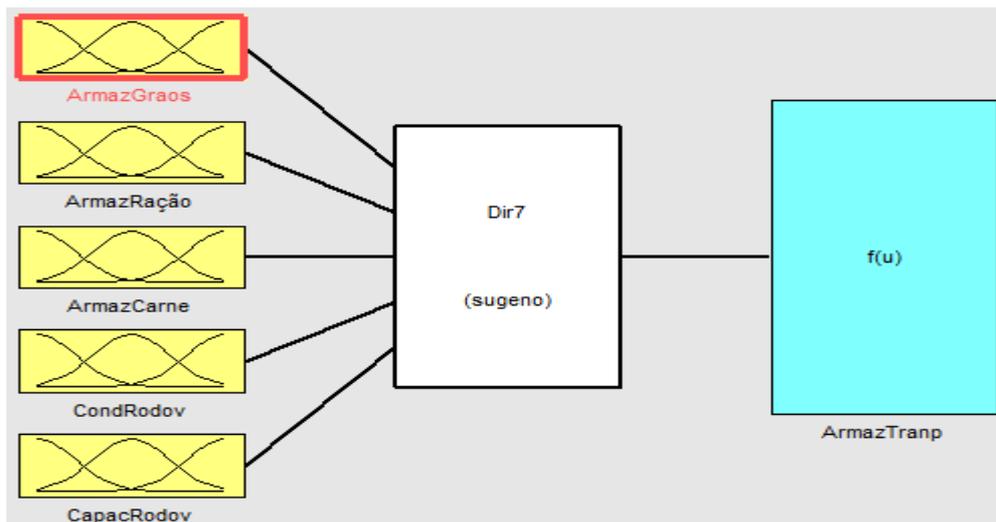


G5 – Base de regras para o Módulo ANFIS Insumos

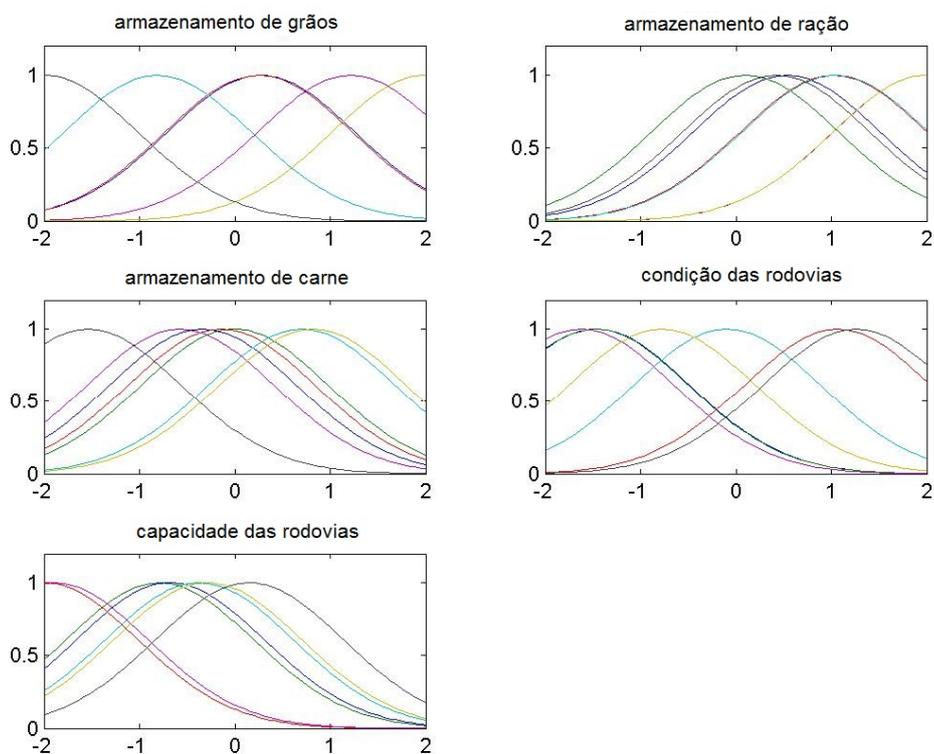


APÊNDICE H - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DA DIMENSÃO ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

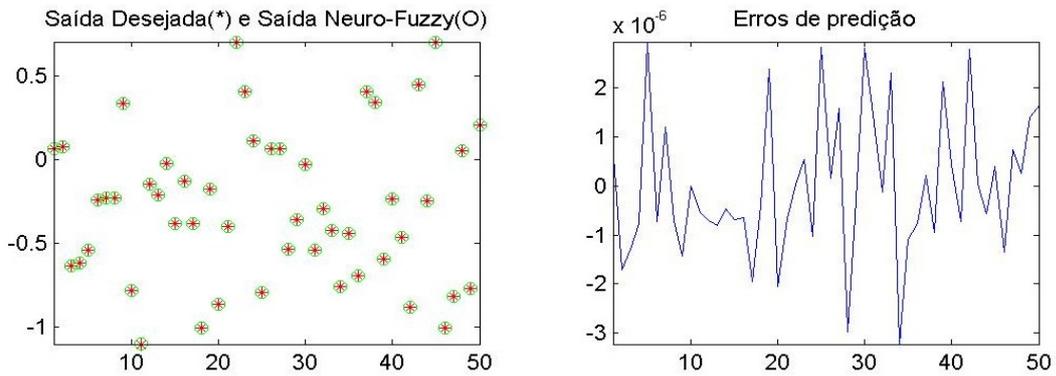
H1 – Entradas do Módulo ANFIS Armazenamento e transporte



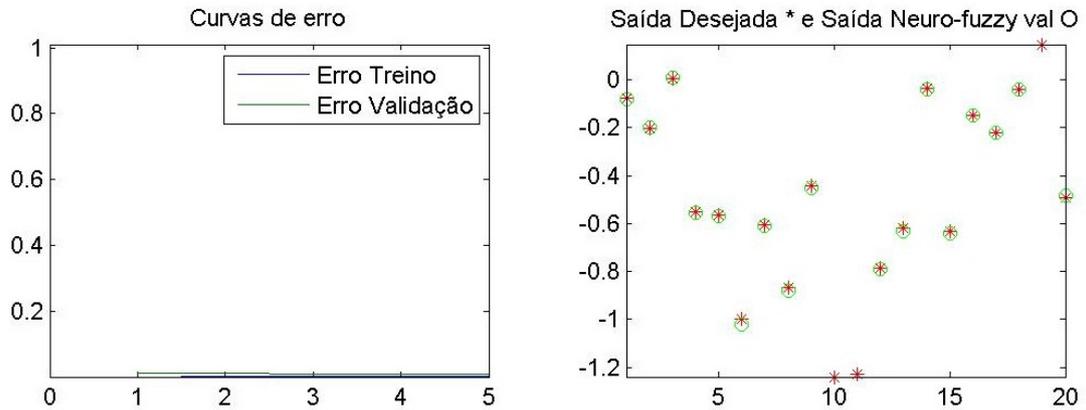
H2 – Funções de pertinência da dimensão Armazenamento e transporte, raio do cluster = 0,7



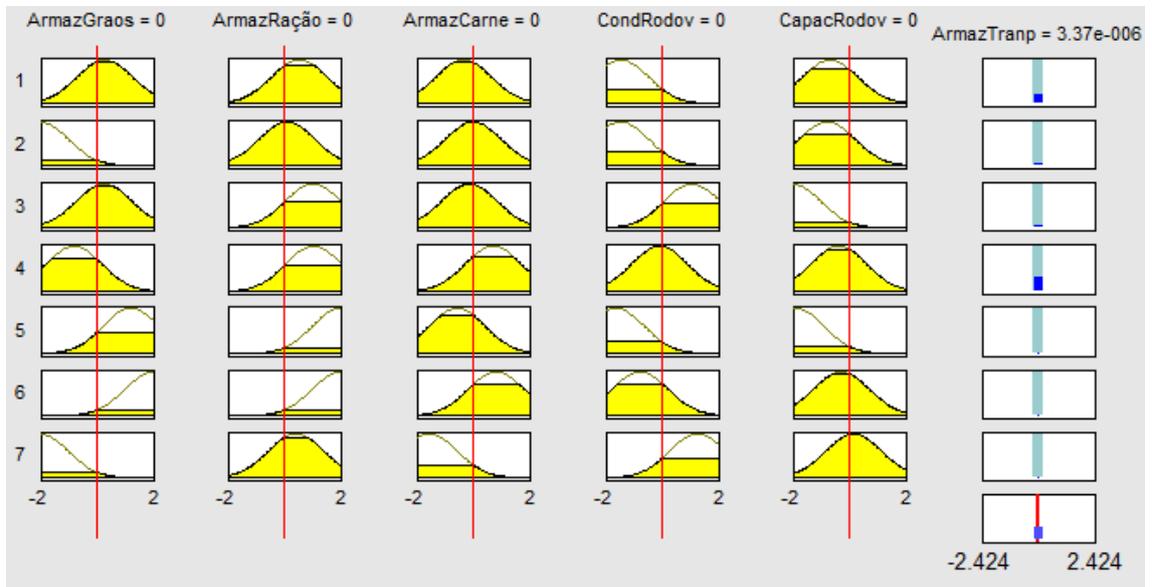
H3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS Armazenamento e transporte



H4 – Resultados de validação do Módulo ANFIS Armazenamento e transporte

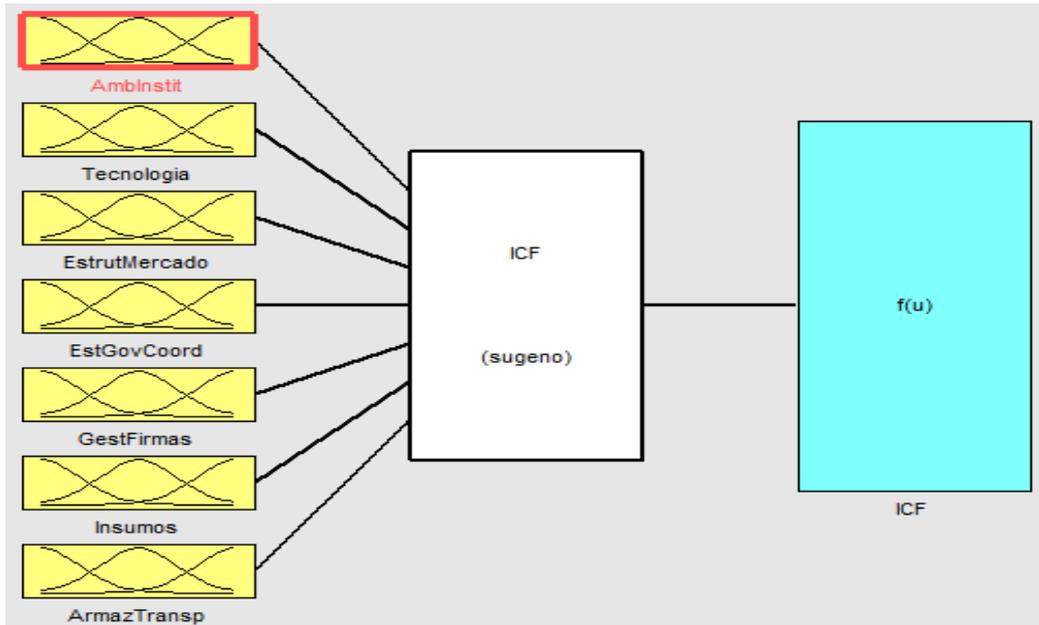


H5 – Base de regras para o Módulo ANFIS Armazenamento e transporte

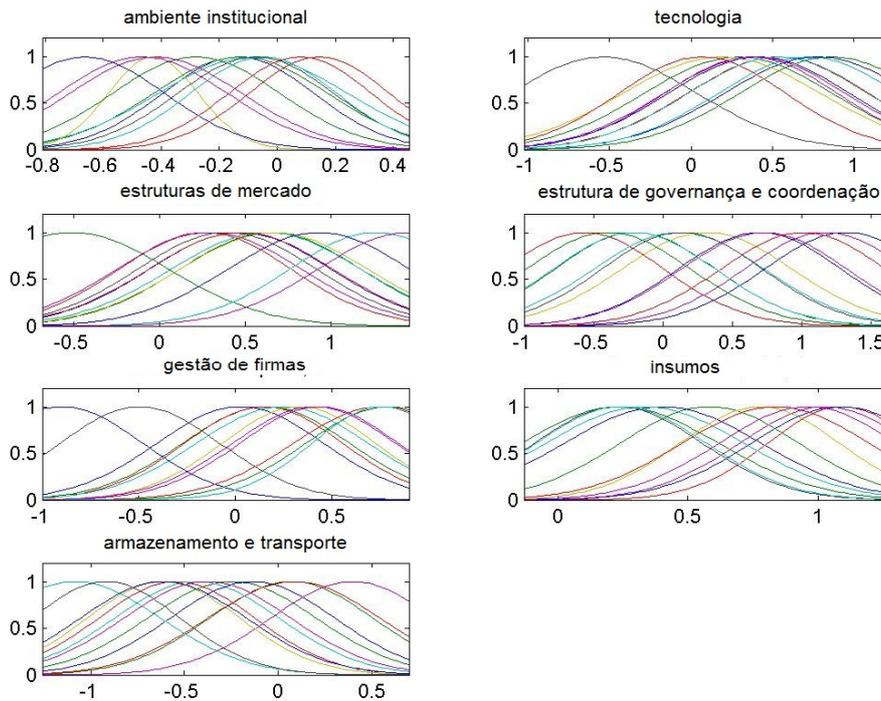


APÊNDICE I - RESULTADOS DO TREINAMENTO E VALIDAÇÃO DO INDICADOR DE DE COMPETITIVIDADE FINAL (ICF)

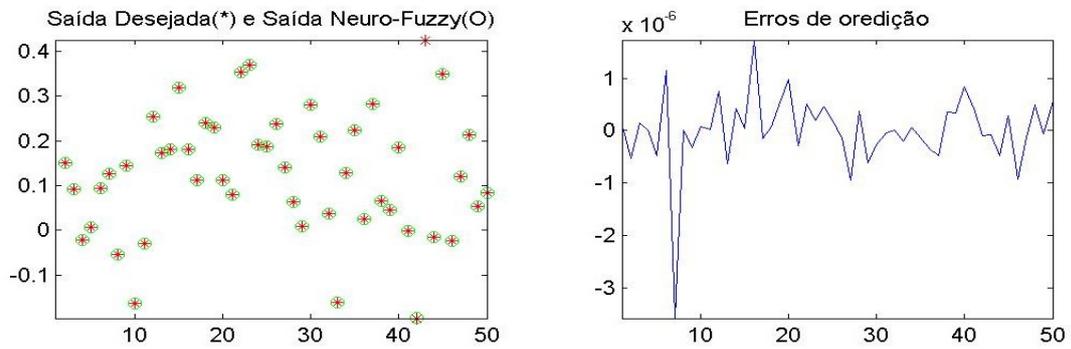
I1 – Entradas do Módulo ANFIS ICF



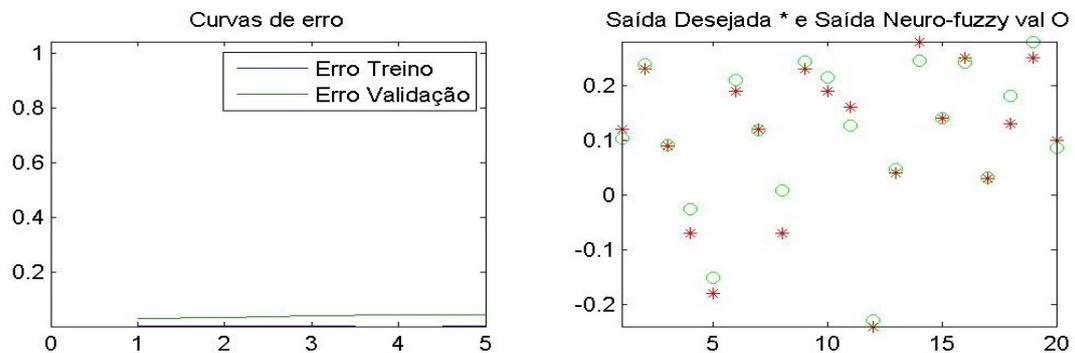
I2 – Funções de pertinência do módulo ANFIS ICF, raio do cluster=0,7



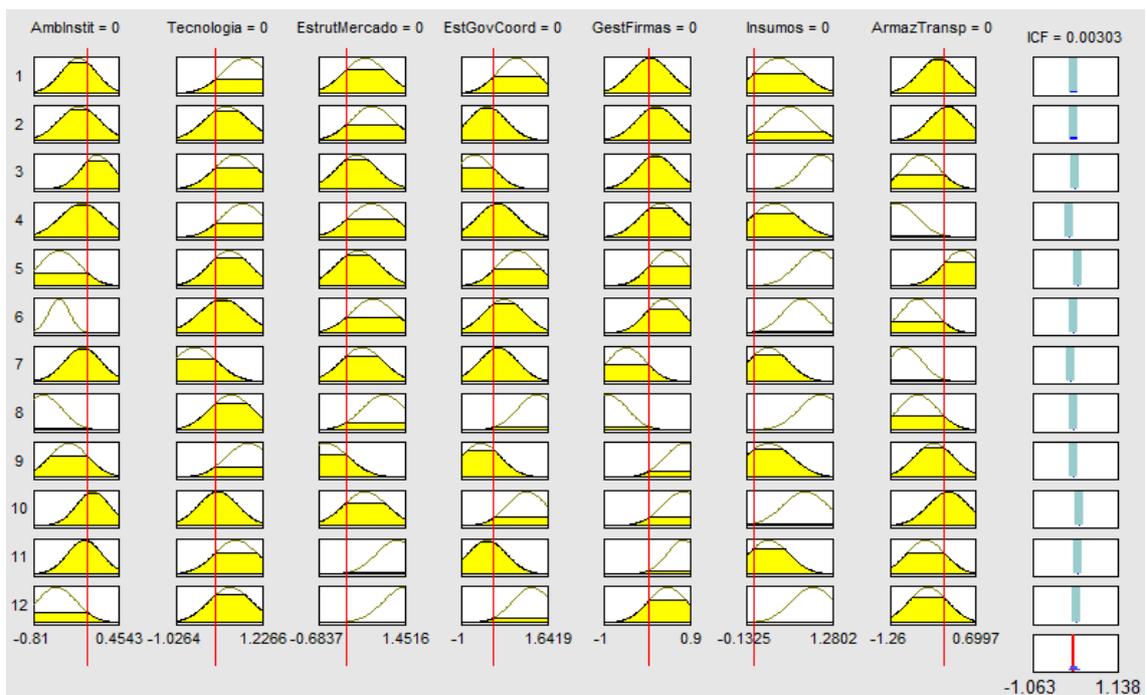
I3 – Resultados de treinamento do Módulo ANFIS ICF



I4 – Resultados de validação do Módulo ANFIS ICF



I5 – Base de regras para o Módulo ANFIS



ANEXO

ANEXO A - MODELO DE QUESTIONÁRIO UTILIZADO POR MELZ (2010)

Questionário Produtor

Nome do entrevistado: _____ Cidade: _____ Telefone: _____ E-mail: _____

Perfil do produtor

Origem do produtor:

Tempo de atividade na produção de frangos:

Outras atividades paralelas à de produtor:

Número de empregados na produção de frangos:

Área da propriedade:

Quantidade de aviários e capacidade de cada:

Linhagens utilizadas:

Tempo médio para terminação:

Sistema usado nos aviários: () manual () climatizado () automatizado

Participação da produção de frangos na renda (% ou R\$):

Qual o peso de cada direcionador para a competitividade (dar valor entre 0 e 10)?

Direcionador	Peso	Direcionador	Peso
Mercado interno		Mercado internacional	
Programas e políticas setoriais		Tributação doméstica	
Capacidade de transporte e armazenamento		Tecnologia	
Segurança dos alimentos		Estruturas de mercado	
Estruturas de governança e coordenação da cadeia		Gestão empresarial	
Insumos e infra-estrutura			

Mercado interno

1. Como foi determinado o número de aviários instalados?
2. O destino da produção da granja é o mercado interno? Quais mercados? Qual a proporção?
3. A produção de frango para o mercado estadual é competitiva? E para o mercado nacional? Por que?
4. Quais as especificações de peso médio e linhagem para o mercado interno? Existe diferença para algum mercado específico?
5. Qual o faturamento da granja? Tem aumentado?

6. O consumo da carne de frango em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

7. A produção em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

8. O consumo no Brasil é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

9. A distribuição regional da produção em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

10. O preço da carne de frango de MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

11. A inflação é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado interno (0-10):				

Mercado internacional

12. O consumo mundial da carne de frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

13. A produção de frango de MT em relação à produção mundial é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

14. A exportação de MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

Os destinos das exportações de MT são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

15. A taxa de câmbio é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

16. As barreiras tarifárias são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

17. As barreiras não tarifárias são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

18. Os acordos comerciais são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação ao mercado internacional (0-10):				

Programas e políticas setoriais

19. Já participou de algum programa de governo para produção de frangos?

20. Teve acesso a crédito com baixas taxas de juros (FCO, PRONAF, BNDES, Finem, etc)? Detalhar finalidade, valor, taxa, prazo.

21. Há algum órgão de governo em MT responsável por desenvolver políticas e programas que facilitem a produção (MT Regional)? Qual? Qual o seu papel? Como ele tem agido?

22. A previsão orçamentária de recursos do governo para políticas setoriais do frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação as políticas e programas setoriais (0-10):				

23. O desembolso efetivo de recursos é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação as políticas e programas setoriais (0-10):				

24. A diferenciação das taxas de juros para financiamento da atividade pecuária é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação as políticas e programas setoriais (0-10):				

25. O acesso ao crédito para produção de frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação as políticas e programas setoriais (0-10):				

Tributação

26. Quais os tributos e percentuais recolhidos pelo produtor? Quais os percentuais?

27. Existe algum incentivo fiscal? Qual? Como funciona? Tem sido efetivo na redução da carga?

28. Qual o impacto dos tributos percebido na renda do produtor?

29. Existe diferença na tributação para o produtor em MT (com relação aos demais estados)?

30. O sistema de integração oferece redução de tributos? Como ocorre?

31. O ICMS é ____ para a competitividade da carne de frango de MT no mercado interno:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

32. O ICMS é ____ para a competitividade da carne de frango de MT no mercado externo:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

33. O PRODEI/PRODEIC é ____ para a competitividade da carne de frango de MT para o mercado:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

34. O PRODEI/PRODEIC é ____ para a competitividade da carne de frango de MT para o mercado externo:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

35. PIS/COFINS é ____ para a competitividade da carne de frango de MT para o mercado interno:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

36. PIS/COFINS é ____ para a competitividade da carne de frango de MT para o mercado externo:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tributação (0-10):				

Capacidade de transporte e armazenamento

37. Qual a percepção do produtor sobre as estradas usadas para o transporte dos pintos, ração e frangos?

38. Como é feito o armazenamento da ração na propriedade? Detalhar o processo de entrega e armazenamento (quantidades, tempo de armazenagem, etc).

39. A capacidade de armazenagem de grãos em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

40. A capacidade de armazenagem da carne de frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

41. O custo do transporte para o mercado interno é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

42. O custo do transporte para o mercado externo é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

43. As condições das rodovias vicinais são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

44. As condições das rodovias principais para escoamento da produção são ponto ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

45. A disponibilidade de outros meios de transporte da carne de frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

46. O custo de outros meios de transporte da carne de frango é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a capacidade de armazenamento e transporte (0-10):				

Tecnologia

47. Qual o sistema utilizado no aviário (climatizado, automático ou manual)? Qual o motivo da escolha? Qual o impacto no custo e no retorno do investimento?

48. Houve mudança na linhagem utilizada desde o início da atividade? Qual foi a mudança? Qual o motivo?
49. A produtividade (conversão alimentar) melhorou desde o início da atividade? Quanto? Por que?
50. Qual o tempo necessário para atingir o ponto de abate? Quem determina o ponto? Qual foi o mínimo e o máximo já acontecido?
51. Qual o tempo de vazio sanitário mínimo e máximo já ocorrido? Qual o motivo?
52. Como são tratados os resíduos da produção? (cama, mortes) Qual a produção anual de cama? Qual o preço recebido?
53. Qual o percentual de mortalidade na granja?
54. Existe investimento em tecnologia na granja? Qual o montante investido?
55. Existem parcerias com instituições para melhoria da produtividade? Quais instituições? Que tipo de parceria?
56. A difusão de tecnologias chaves para a produção (instalações, linhagens, ração, vacinas, etc) é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

57. A produtividade no frigorífico é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

58. A produtividade na granja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

59. O tratamento dos resíduos é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

60. O investimento em pesquisa e desenvolvimento é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

61. A parceria com instituições de pesquisa é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a tecnologia (0-10):				

Segurança dos alimentos

62. Como a portaria 002/2007-SEDER/INDEA, que trata das especificações técnicas para criação de frangos me MT, tem afetado a produção na indústria? Como?

63. Como a Instrução Normativa 17/2006-MAPA, que trata do Plano Nacional Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle, afeta a produção na granja? Como?

64. Qual o impacto da legislação sanitária nos custos de produção em % e R\$?

65. A fiscalização sanitária existe efetivamente? É rígida? É necessária?

66. O produtor já recebeu fiscal sanitário na propriedade? Com que frequência recebe?

67. O que está sendo feito para melhorar as questões sanitárias do rebanho em sua região?

68. Legislação sanitária é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a segurança de alimentos (0-10):				

69. A atuação do serviço de inspeção é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a segurança de alimentos (0-10):				

Estrutura de mercado

70. Existe demanda para aumento da produção? Há interesse da indústria?

71. Qual a capacidade de ampliação da produção? Há interesse do produtor?

72. O produtor exerce outra atividade além da produção de frangos? Qual? Qual a participação de cada atividade na renda?

73. O número de firmas instaladas em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a estruturas de mercado (0-10):				

74. A capacidade conjunta de produção das firmas de MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a estruturas de mercado (0-10):				

75. A diferenciação de produtos é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a estruturas de mercado (0-10):				

76. A capacidade de alojamento de frangos é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a estruturas de mercado (0-10):				

77. A capacidade de ampliação da escala de produção é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a estruturas de mercado (0-10):				

Estruturas de governança e coordenação da cadeia

78. O produtor possui contrato de integração? Qual a indústria?

79. Qual a percepção sobre o contrato?

80. A escala de produção pode interferir no poder de negociação com a indústria? De que forma?
81. Existe sindicato de produtores de frango em MT?
82. O produtor é filiado a algum sindicato ou associação? Qual?
83. O sindicato ou associação tem defendido os interesses do produtor?
84. Quem determina o preço do frango? Como é calculado?
85. Em sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens dos sistemas de determinação de preço e pagamento vigentes?
86. A existência de contratos de integração é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a coordenação da cadeia (0-10):				

87. O modelo de contrato existente é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a coordenação da cadeia (0-10):				

88. A existência e atuação efetiva de sindicatos e associações é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a coordenação da cadeia (0-10):				

Gestão empresarial

89. Existe controle de qualidade na propriedade? Como é feito o controle de qualidade, caso exista?
90. A propriedade possui alguma certificação? Qual? É para produção de frango?
91. Quem faz o planejamento da produção (proprietário/indústria)?
92. O produtor participa do desenvolvimento de produto para redução de custos, aumento de qualidade, etc.? Como?
93. Qual o grau de escolaridade do produtor e dos trabalhadores?
94. Os administradores fizeram algum curso de gestão?
95. Os trabalhadores costumam participar de cursos, palestras e outros eventos? Quais? Com que frequência?
96. A gestão da qualidade na granja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

97. A gestão na indústria é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

98. O planejamento e controle da produção é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

99. O desenvolvimento de produto é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

100. A gestão do conhecimento é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

101. A qualificação dos empregados da indústria é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

102. A qualificação dos funcionários administrativos da indústria é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a gestão empresarial (0-10):				

Insumos

103. A produtividade da mão-de-obra em MT é menor ou maior que nos demais estados? Quanto? Por quê?

104. Quais os insumos pagos pelo produtor? (terra, instalações, mão-de-obra, outros).

105. Qual o volume de produção e preço de venda (mínimo e máximo) da cama de aviário? Qual a destinação (venda/uso em outra cultura)?

106. A produção interna de milho e soja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

107. A exportação de milho e soja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

108. O consumo interno (alimentação de pessoas e outros animais) de milho e soja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

109. O preço interno dos insumos é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

110. O custo da mão-de-obra na granja é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

111. O custo da mão-de-obra na indústria é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

112. O preço da terra em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

113. A disponibilidade de terras em MT é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

114. O custo total da produção pecuária (frango vivo) é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				

115. O custo do produto final (carne de frango) é ____ para a competitividade da carne de frango de MT:

<input type="checkbox"/> Muito Desfavorável	<input type="checkbox"/> Desfavorável	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Favorável	<input type="checkbox"/> Muito Favorável
Porque:				
Peso em relação a insumos e infra-estrutura (0-10):				