

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (REDES NEURAIS
ARTIFICIAIS) NO GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

**Egídio Henrique Reali.
Dissertação apresentada como requisito
para obtenção do grau de Mestre em
Ciências Veterinárias na área de
Medicina Veterinária Preventiva,
especialidade Sanidade Avícola.
Orientador: Carlos Tadeu Pippi Salle.**

**Porto Alegre
2004**

DEDICATÓRIA

À minha esposa Mara e meus filhos Candice, Henrique e Paula, pela cumplicidade carinhosa em que sempre vivemos, acreditando que lutando e perseguindo nossos sonhos é que alcançamos nossos objetivos, dedico esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo de longos anos, parceiro de inúmeras jornadas e orientador nesta dissertação, professor Carlos Tadeu Pippi Salle, pela lealdade e firmeza de caráter, pelo exemplo de persistência e profissionalismo, pelo constante incentivo e apoio incondicional na luta do dia a dia, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	p.
RESUMO	005
ABSTRACT	006
1 INTRODUÇÃO	007
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	010
3 MATERIAL E MÉTODO	018
3.1 Dados de registro	018
3.2 Análise estatística dos dados	019
3.3 Redes neurais artificiais	019
4 RESULTADOS	022
5 DISCUSSÃO	042
6 CONCLUSÃO	047
REFERÊNCIAS	048
APÊNDICE A – Aves abatidas	053
APÊNDICE B – Índice de conversão alimentar (CA)	058
APÊNDICE C – Quilogramas de frango (KGS FRANGO)	062
APÊNDICE D – Quilogramas de ração (KGS RACAO)	066
APÊNDICE E – Peso médio (PM)	070
APÊNDICE F – Quantidade de pintos (QTDPIN)	074
APÊNDICE G – Custo por ave (R\$ AVE)	079
APÊNDICE H – Custo total do frango (R\$ FRANGO)	084
APÊNDICE I – Custo do frete das aves (R\$ FRETE AVES)	088
APÊNDICE J – Custo do frete da ração (R\$ FRETE RACAO)	093
APÊNDICE K – Custo total dos pintos (R\$ PINTOS)	098
APÊNDICE L – Custo total da ração (R\$ RACAO)	103
APÊNDICE M – Quilogramas de ração abate (RACAO ABATE)	108
APÊNDICE N – Quilogramas de ração crescimento (RACAO CRESC)	113
APÊNDICE O – Quilogramas de ração inicial (RACAO INICIAL)	118
APÊNDICE P – Viabilidade (VIABIL)	123

RESUMO

Este estudo objetivou demonstrar que é possível explicar os fenômenos que ocorrem na criação de frangos de corte através de redes neurais artificiais. A estatística descritiva e a diferença entre as médias das variáveis dos dados iniciais foram calculadas com o programa computacional SigmaStat® Statistical Software para Windows 2.03.

Foi utilizada uma série histórica de dados de produção de frangos de corte, obtidos nos anos de 2001 e 2002, fornecidos por uma Integração Avícola do Rio Grande do Sul, contendo informações de 1.516 criadores com lotes alojados em 2001 e 889 criadores com lotes alojados em 2002. Nos arquivos estavam registrados, para cada lote, suas variáveis de produção, tais como número do lote, data do alojamento, data do abate, idade ao abate, número de pintos alojados, quilogramas de ração consumidos, quilogramas de frangos produzidos, número de aves abatidas, custo do frango produzido, mortalidade, peso médio, ganho de peso diário, índice de conversão alimentar, índice de eficiência, quilogramas líquido de frangos, quilogramas de ração inicial, quilogramas de ração crescimento, quilogramas de ração abate, além de outros. Para a construção das redes neurais artificiais foi utilizado o programa computacional NeuroShell®Predictor, desenvolvido pela Ward Systems Group. Ao programa foi identificado as variáveis escolhidas como “entradas” para o cálculo do modelo preditivo e a variável de “saída” aquela a ser predita. Para o treinamento das redes foram usados 1.000 criadores do banco de dados do alojamento de frangos de corte de 2001. Os restantes 516 criadores de 2001 e todos os 889 criadores de 2002 serviram para a validação das previsões, os quais não participaram da etapa de aprendizagem, sendo totalmente desconhecidos pelo programa. Foram gerados 20 modelos na fase de treinamento das redes neurais artificiais, com distintos parâmetros de produção ou variáveis (saídas). Em todos estes modelos, as redes neurais artificiais geradas foram bem ajustadas apresentando sempre, um Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2) elevado e o menor Quadrado Médio do Erro (QME). Ressalta-se que o R^2 perfeito é 1 e um coeficiente muito bom deve estar próximo de 1. Todos os 20 modelos, quando validados com os 516 lotes de 2001 e com 889 de 2002, apresentaram também Coeficientes de Determinação Múltipla (R^2) elevados e muito próximos de 1, além de apresentarem o Quadrado Médio do Erro (QME) e Erro Médio reduzidos. Foi comprovado não haver diferenças significativas entre as médias dos valores preditos e as médias dos valores reais, em todas as validações efetuadas nos lotes abatidos em 2001 e em 2002, quando aplicados os 20 modelos de redes neurais gerados.

Como conclusão, as redes neurais artificiais foram capazes de explicar os fenômenos envolvidos com a produção industrial de frangos de corte. A técnica oferece critérios objetivos, gerados cientificamente, que embasarão as decisões dos responsáveis pela produção industrial de frangos de corte. Também permite realizar simulações e medir a contribuição de cada variável no fenômeno em estudo.

ABSTRACT

This study aimed to demonstrate that is possible to explain the occurred phenomena in the broiler production using artificial neural networks. The descriptive statistics and differences among the variable averages from the initial data were calculated with the software SigmaStat® Statistical for Windows 2.03.

The author used for the study, many historical production data from broilers, obtained in the 2001 and 2002 years, supplied by a Poultry Integration from Rio Grande do Sul – Brazil, containing information from 1,516 farmers, whose flocks were housed in 2002. In these files were registered, for each flock, their production variables, as flock number, housing date, slaughtering date, age at slaughtering, number of housed chicks, amount of feed consumed, kilograms of broiler produced, number of birds slaughtered, cost of the broiler produced, mortality, average weight, weight diary gain, alimentary conversion index, efficiency index, liquid broiler kilograms, amount of initial feed, amount of growing feed, amount of termination feed, beyond others. For the artificial neural networks building it was used the software NeuroShell®Predictor, created by Ward Systems Group. To the program, the author identified the chosen variables as being “inputs” for the predictive model calculation and the “output” variable that one to be predicted. For the network training it was used 1,000 flocks from the data bank relative to the broiler housing in 2001. The resting 516 flocks from 2001 and all 889 from 2002 were used to the predictions validation. It was made 20 models in the training phase of the artificial neural networks, with different production parameters or variables (outputs). In all these models, the generated artificial neural networks were well adjusted always presenting a high Multiple Determinant Coefficient (R^2) and the lowest Mean Squared Error (MSE). It is important to say that the perfect R^2 is 1 and a very good coefficient must be near 1. To validate these models it was used the resting 516 flocks raised in 2001 and all flocks from 2002, which did not participate in the learning phase, being totally unknown by the NeuroShell®Predictor software. All the 20 models, when validated with the 516 flocks from 2001 and the 889 flocks from 2002, presented high Multiple Determinant Coefficients (R^2) too and very close to 1, beyond presenting small Mean Squared Error (MSE) and Mean Error. This statistic is proved in all the models when the artificial neural network was applied to the flocks slaughtered in 2002, being able to verify the precision of the network to predict the results (outputs). It was proved not to exist significant differences among the average predict values and the real values averages, in all the validations executed in the slaughtered flocks in 2001 and in 2002, when it was applied the 20 models of neural networks generated.

The author concludes that the artificial neural networks were capable to explain the involved phenomena with the industrial broiler production. The technique offers objective criteria, scientifically generated, which will be the base for the decisions of the responsible for the industrial broiler production. It allows too, to make simulations and to measure the contribution from each variable in the phenomena under study.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem experimentado um progresso sem precedentes. De acordo com os relatórios de atividades da União Brasileira de Avicultura (UBA) e da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF) referentes ao ano de 2003, o crescimento do setor neste ano foi de 3% em volume produzido, com uma produção anual estimada em 7,7 milhões de toneladas. O faturamento desta produção girou em torno de 4,65 bilhões de dólares com o consumo de carne de frango *per capita* no país se mantendo na faixa de 33,8kg. No que se refere ao mercado externo, a abertura de novos mercados permitiu o incremento das exportações. Foram exportadas 1,922 milhões de toneladas de carne de frango, representando uma evolução de 20% sobre 2002. A receita cambial decorrente das exportações atingiu US\$ 1,796 bilhão com crescimento positivo de 28,98% sobre o ano anterior, somando-se as vendas internacionais de produtos avícolas industrializados. O Brasil manteve-se como segundo maior exportador do produto em volumes comercializados, e o 1º lugar em receita com exportações de carne de frango, ocupando 38% do mercado internacional, recuperando a condição de segundo maior produtor mundial.

No Rio Grande do Sul o fenômeno se repete. A Associação Gaúcha de Avicultura (ASGAV-2003) informa que no Estado existem 14 frigoríficos com Inspeção Federal e 6 com Inspeção Estadual. Toda a estrutura que envolve a avicultura é responsável por 45 mil empregos diretos e 800 mil indiretos; 8,5 mil produtores integrados, com um plantel permanente de 60 milhões de pintos de corte e 25 milhões de avós/matrizes/poedeiras comerciais.

No ano de 2003, a avicultura gaúcha alojou 629,3 milhões de pintos e abateu 614,3 milhões de aves, produzindo um total de 917,3 mil toneladas de carne (387,2 mil toneladas para o mercado brasileiro). O faturamento no ano de 2003 foi de R\$1,6 bilhão sendo que o valor relacionado à exportação foi de US\$ 471,8 milhões (em torno de 530,1 mil toneladas exportadas). No ano de 2003, o Rio Grande do Sul participou com 11,9% da comercialização brasileira. Em comparação com outros estados, ficou em 3º lugar no quesito número de aves abatidas e em 2º lugar em toneladas produzidas. Entre as dez maiores empresas avícolas nacionais, estão no nosso estado a Avipal S/A Avícola e Agropecuária, a Doux Frangosul S/A, a Perdigão Agro-industrial S/A e a Predileto Pena Branca Alimentos do Sul S/A. Estes dados servem para ilustrar a importância do mercado avícola, praticamente estabelecido em todas as áreas do estado. A postura

comercial é representada por 148 empresas e 180 mini e pequenos produtores, sendo que 4 empresas possuem incubatórios independentes. No ano, a produção de ovos comerciais foi de 4 milhões e 100 mil caixas com 30 dúzias, com um faturamento de R\$75.000.000,00. O consumo de insumos básicos foi de 2,2 milhões de toneladas de milho, 750 mil toneladas de farelo de soja e 220 mil toneladas de sorgo.

Além do aspecto econômico, a avicultura desempenha um papel social muito importante, pois ao viabilizar o minifúndio evita a migração das populações rurais para as metrópoles. Com isto, colabora para a diminuição dos cinturões de miséria e da criminalidade urbana.

O pequeno produtor ao se associar, seja no sistema de integrações ou de cooperativas, fortalece sua capacidade de negociação e é capaz de dispor das tecnologias internacionais mais modernas. Através deste sistema, obtém capital de giro, assistência técnica e garantia de comercialização tanto no mercado interno quanto no externo. Hoje, as empresas avícolas compõem grandes conglomerados comerciais, nos quais o amadorismo do início da atividade deu lugar ao profissionalismo crescente. Praticamente todas estas companhias têm na informática um suporte muito importante e, em muitas delas, a informatização se inicia no interior dos aviários e atinge os abatedouros. No meio deste caminho, observa-se que o incubatório, a fábrica de rações, a administração, entre outros, também se alicerçam nos computadores. Assim sendo, a avicultura é louvada como a atividade pecuária mais desenvolvida e de imensa importância para o Brasil. A movimentação financeira no mercado interno e no externo é de bilhões de reais ou de dólares americanos, respectivamente.

Por outro lado, a grande maioria das empresas avícolas que disputam mercados exigentes no mundo inteiro, que empregam, direta ou indiretamente, um grande contingente de trabalhadores e que usa equipamentos de última geração, ainda é, freqüentemente, levada a tomar decisões apoiada em critérios meramente subjetivos. O critério subjetivo, aqui referido, é a análise puramente gráfica dos dados e uma experiência empírica que se traduz no erro e no acerto, produto mais da intuição do que do conhecimento. Algumas fogem à regra e em vez da experimentação puramente prática, sem análise científica dos dados, preferem a metodologia científica que representa menor custo experimental e resultados com repetibilidade estabelecida estatisticamente.

Tradicionalmente, a avicultura registra todos os acontecimentos importantes na rotina da criação de aves. Antigamente, os dados eram escritos em papel e guardados

em arquivos. Hoje, os meios magnéticos são os preferidos. Portanto, a experiência, ou a história, das empresas está bem guardada e protegida.

A tradição é um dos maiores patrimônios de qualquer empresa e com as avícolas não é diferente. Mas tradição é feita com o passado e passado é história. Assim sendo, aqueles que não conhecem a própria história e que não a analisam criteriosamente, abdicam da tradição e, na prática, re-inauguram suas empresas todos os dias.

A avicultura é, sem sombra de dúvidas, competente e sempre esteve aberta a inovações. Estas qualidades a levaram a ocupar o posto que desfruta hoje. Por outro lado, são estas qualidades que a deixam no compromisso de seguir sempre adiante. Ora, ao não analisar adequadamente os dados que gera, pode ter dificuldade de diagnosticar os pontos de estrangulamento, ou gargalos, que prejudicam o processo produtivo. Esta dificuldade, fatalmente, levará à falta de critérios objetivos que nortearão decisões firmes e fundamentadas.

Há alguns anos, foi iniciada no Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Patologia Aviária (CDPA) da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) uma linha de pesquisa que busca traduzir certos episódios da avicultura em modelos matemáticos. Foram traçados modelos para explicar a resposta imunológica de reprodutoras e os danos causados pelas micotoxinas nos frangos de corte. Por último, foi realizada uma tese de doutorado que demonstrou ser possível explicar os parâmetros de desempenho de reprodutoras pesadas através da utilização de redes neurais artificiais.

A presente dissertação objetiva demonstrar que a utilização de redes neurais artificiais é capaz de explicar os fenômenos que ocorrem na criação de frangos de corte, ao estudar os dados de criadores pertencentes a uma integração gaúcha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Chesini, em 1989, já alertava para a importância dos custos de produção no processo produtivo avícola. Porém, o autor não apresenta detalhamento de como fazer isto.

Em 1996, Franco apresentou um trabalho onde comparou o custo de produção dos 25% piores lotes *versus* os 25% dos melhores lotes de uma integração avícola. Naquele ano, o autor obteve uma diferença de 2,7% no custo de produção favorável aos melhores resultados, ou seja, para cada 1 milhão de aves abatidas com 2,5kg de peso, o autor calculou uma economia de R\$50.000,00, se conseguisse os índices técnicos obtidos pelos 25% melhores (dados da época). Em 1995, Morris também realizou cálculos demonstrando os custos de prevenção e controle de doenças avícolas. O autor concluiu que tais custos são muito menores do que os possíveis prejuízos ocasionados por eventuais doenças.

Em 2000, Lima & Bersch compararam diversos equipamentos, realizaram análise estatística em todos os tratamentos e avaliaram economicamente o desempenho de cada um deles, escolhendo a melhor opção através do menor custo de produção, juntamente com a diferença estatística do equipamento em relação aos outros. Os autores concluíram que a região onde estava localizada a granja influenciava na avaliação do equipamento para melhor, ou para pior.

O desempenho de frangos de corte e a adição de uma enzima à sua dieta foi estudado em 1996, por Zhang *et al.* O estudo demonstrou que há uma relação linear entre a quantidade de enzima adicionada à dieta, quando expressada como um valor logaritmo, e o correspondente desempenho dos pintos. Portanto, os autores demonstraram ser possível prever corretamente a resposta de pintos à adição da enzima na dieta, usando uma equação relativamente simples.

A análise multivariada foi a escolhida para investigar possíveis associações entre celulite e outras categorias de condenações em um frigorífico, por Elfadil *et al.*, (1996). Através deste modelo, os autores foram capazes de avaliar os fatores de risco associados à celulite nos frangos de corte.

Em 1997, Kirby *et al.* compararam modelos obtidos de regressão logística e modelos obtidos de regressão linear para prever a ocorrência de ascite em frangos de corte. A conclusão do trabalho foi que embora a regressão linear prediga

freqüentemente a incidência de ascite tão bem quanto a regressão logística, esta última é o teste estatístico mais apropriado para ser usado no experimento.

Em 1998, Graat *et al.* estudaram os fatores de risco para coccidiose em um grande número de animais. Utilizaram 4.774 lotes de frangos de corte, mantidos em 177 granjas e consideraram três tipos de *Eimeria* (*E. acervulina*, *E. tenella* e *E. maxima*). A regressão logística foi usada para avaliar 49 variáveis que influenciam a ocorrência destas coccídias. Os autores encontraram um risco maior de coccidiose relacionado a fatores ambientais e de manejo, os quais aumentam o risco de contaminação ou que estão relacionados com medidas higiênicas, tais como a falta de uso de macacões pelos visitantes, um pátio de difícil limpeza, baixo nível de higiene, funcionários trabalhando em diversas granjas, presença de outros animais e sistemas de alimentação e bebida difíceis de limpar. Também, a presença de outras doenças na granja e a infecção por *Eimeria* no lote anterior aumentou o risco de coccidiose.

Em 1983, Freitas *et al.*, que trabalham na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Concórdia-SC, estimaram o peso de frangos machos e fêmeas através de modelos matemáticos. Os autores concluíram que os resultados obtidos poderiam ser utilizados pelo criador para visualizar o crescimento corporal com a idade, verificar a proporção relativa do crescimento corporal entre sexos, estimar a conversão alimentar diária, padronizar o crescimento para seleção de novas linhagens para comparações com outros tratamentos. Foram descritos modelos matemáticos estatísticos para estimar, com precisão, curvas de produção de ovos, levando em conta a idade das aves, por Fialho & Ledur, 2000a e Fialho & Ledur, 2000b. Os autores concluíram que o modelo proposto pode ser utilizado em situações práticas por profissionais, tanto na pesquisa científica quanto na produção.

Em 1999, Ivey descreveu um programa computacional, baseado em modelos matemáticos estatísticos, que gerencia toda a operacionalização da alimentação dos animais, incluindo a formulação da dieta e a entrega nas granjas, levando em conta o número de aves da propriedade. Em 2000, Robey *et al.* desenvolveram programa para computador com o qual, é permitido alcançar a melhor conversão alimentar, de acordo com os objetivos de mercado quanto ao peso vivo, a idade ao abate e o rendimento que, na totalidade, maximizam o retorno econômico.

A resposta imunológica após vacinação é difícil de ser interpretada por veterinários. Inconformados com as alternativas encontradas para resolver este problema, Soares (1995), bem como Salle *et al.*, 1998c, 1998d e 1999c, desenvolveram

um modelo matemático simplificado, usando idade e título de anticorpos, para avaliar a resposta imunológica em reprodutoras de perus. As aves foram divididas em 11 grupos de diferentes idades e 880 amostras de soro foram analisadas para anticorpos contra a doença de Newcastle após vacinação, usando o teste de inibição da hemoaglutinação. Uma alta correlação foi encontrada entre a idade e a resposta imunológica esperada para cada grupo de animais ($p < 0,05$). Os autores concluíram que podem ser criados modelos matemáticos para cada granja, oferecendo assim, uma interpretação objetiva dos resultados sorológicos da resposta imune, provocada pela vacina contra o vírus da doença de Newcastle em reprodutoras de perus.

Salle *et al.*, 1998b e 1999b buscaram modelos matemáticos que pudessem ajustar a curva de anticorpos produzida pela vacinação contra doença de Gumboro, doença de Newcastle e bronquite infecciosa. Os dados foram originários de amostras colhidas de 20 lotes de matrizes pesadas de frangos de corte. Os soros foram submetidos aos testes de inibição da hemoaglutinação (HI) para anticorpos, contra doença de Newcastle e vírus neutralização (VN), contra doença de Gumboro e bronquite infecciosa. Os soros foram coletados de aves com 5 a 65 semanas de idade em intervalos de 5 semanas. As médias geométricas dos títulos foram transformadas em logaritmo na base 10, sendo que a variável independente X era a idade das aves (5 a 65 semanas) e a variável Y era o título de anticorpos contra a vacina específica. Análises de variância, regressão linear e não-linear foram realizadas. Foi concluído que é possível traçar modelos matemáticos que explicam a relação entre níveis de anticorpos após vacinação e a idade das aves.

Salle *et al.*, 1998a e 1999a realizaram análises quantitativas para aflatoxina e ocratoxina em 24 amostras de dieta que foram coletadas da fábrica de rações e granjas avícolas, e em fígado e rins de aves refugio, que haviam sido alimentadas com a dieta analisada. As amostras foram divididas em quatro grupos, tendo como base a época do ano, correspondente ao verão, outono, inverno e primavera. A detecção das toxinas foi feita através do uso de um teste de ELISA comercial e os resultados foram estudados por análise de regressão e correlação. Os níveis de aflatoxina e de ocratoxina, juntos ou separadamente, foram comparados aos índices de produção do lote, conversão alimentar, percentagem de mortalidade, ganho de peso, percentagem de condenação e com o índice de produção do criador. Dos resultados obtidos, foi verificado que é possível correlacionar níveis de aflatoxina e de ocratoxina em alimentos e vísceras de frangos de corte com os parâmetros produtivos do lote.

Sobre este tema, Salle & Silva (2000), expuseram a necessidade da geração de critérios objetivos para a interpretação dos resultados das monitorizações, sem os quais o processo decisório e as medidas corretivas associadas à decisão tomada, ficam seriamente comprometidos.

A estatística convencional demonstrou sobejamente sua utilidade como ferramenta de suporte às decisões, mas, a partir de meados do século XX, foram desenvolvidas novas tecnologias que utilizam inteligência artificial, entre elas, as redes neurais artificiais.

Em 1958, Rosenblatt descreveu o perceptron que é, na verdade, um modelo computacional inspirado no neurônio humano e precursor das redes neurais artificiais.

As redes neurais foram inspiradas na estrutura e na função de neurônios biológicos. Redes neurais “aprendem” ajustando as interconexões dos pesos entre as camadas de neurônios. As respostas obtidas são, repetidamente, comparadas com as respostas corretas e, em cada vez, os pesos das conexões são ajustados ligeiramente na direção da resposta correta. São adicionados tantos neurônios escondidos quantos forem necessários para a maior precisão da resposta. A rede neural artificial é um conjunto de unidades processadoras (ou nódulos) que simulam neurônios biológicos e são interconectados por um conjunto de pesos (análogo às conexões sinápticas no sistema nervoso), o qual permite tanto processamento serial quanto paralelo de informação através da rede (Astion & Wilding, 1992; Roush *et al.*, 1996; Xin, 1999). Os “neurônios” da rede podem receber entradas excitatórias ou inibitórias de outros neurônios (Forsström & Dalton, 1995) e produzem uma saída que geralmente é uma função não linear da entrada da rede (Astion & Wilding, 1992). Em contraste com muitos sistemas especialistas, as redes neurais artificiais não dependem de algoritmos pré-definidos (Lee *et al.*, 1999).

Em 1996, Kovács escreveu que fenômenos complexos têm sido área fértil para o desenvolvimento de modelos com redes neurais. A complexidade reside em envolver várias variáveis com causas inter-relacionadas e dependentes, mas que não podem ser explicadas por uma relação linear ou não linear do tipo polinomial de primeira ordem. Redes neurais, mesmo que implementadas com sucesso, permitem apenas simular ou emular o fenômeno modelado, não oferecendo por si só a possibilidade de se simplificar, generalizar ou reduzir a teoria por trás do fenômeno em estudo. Neste sentido, podem ser consideradas como uma panacéia pragmática que funciona, mas não se conhece o porquê.

Anteriormente, Forsström & Dalton (1995) afirmaram que à medida que o aprendizado ocorre, o erro entre a saída da rede e a saída desejada diminui. Então, o conhecimento, o qual a rede aprende, está codificado nos pesos das conexões entre neurônios. Devido ao fato de tal conhecimento estar distribuído através dos pesos, é quase impossível interpretar (no sentido de detalhar) o conhecimento adquirido por qualquer rede de retropropagação. Por esta razão, as redes neurais são frequentemente chamadas de "caixas pretas". Elas aprendem a calcular uma saída corretamente a partir de um padrão de entrada, mas dificilmente revelam, sob qualquer forma compreensível, o que as levou a tais julgamentos. Assim sendo, os mesmos autores enumeraram as vantagens e as desvantagens das redes neurais artificiais, as quais são transcritas a seguir.

Vantagens:

- os cálculos são feitos em neurônios individuais;
- permitem a execução de tarefas muito mais complexas para serem aprendidas de exemplos de dados, do que técnicas de estatística convencional;
- dados qualitativos e quantitativos facilmente podem ser incluídos no mesmo modelo;
- não há necessidade de transformação de dados, como é necessário em algumas ocasiões, quando a estatística é utilizada, já que os dados usados na rede não têm que ir ao encontro de quaisquer suposições de distribuição de dados, pois não se exige homocedasticidade;
- são particularmente ajustadas à análise de dados não lineares e multivariados e, como é sabido, a maioria dos fenômenos biológicos não se comporta de forma linear, ou seja, como uma simples reta (devido à enorme complexidade e inter-relação entre quaisquer variáveis sob estudo).

Desvantagens:

- o conhecimento aprendido não pode ser expresso em regras, ou seja, não existe uma equação inteligível que possa ser mostrada;
- a validação da rede é mais difícil do que em estatística convencional;
- as redes neurais precisam de muitos exemplos para serem adequadamente treinadas e validadas.

A utilização das redes neurais artificiais tem sido intensa e variada. Podem servir para classificar e reconhecer padrões; reconhecer e gerar fala; otimizar processos químicos; prever índices financeiros, tais como taxas de câmbio de moedas;

reconhecer alvos e localizar minas militares; localizar a origem de pontos no radar; identificar células cancerosas; reconhecer anormalidades cromossômicas; detectar alterações cardíacas; prever trajetórias de reentrada de naves espaciais; reconhecer automaticamente caracteres escritos à mão; entre outros, citaram em 1994, Cheng & Titterington.

Também são usadas em bancos, principalmente quando se fala de cartões de crédito e, especificamente, de comércio eletrônico através da internet, como segurança contra fraudes nestas operações, exemplificaram, O'Sullivan(1999) e Estock(1999).

Na medicina humana, as redes neurais artificiais são utilizadas extensivamente.

O diagnóstico do câncer de mama tem nas redes neurais artificiais uma poderosa aliada, quando imagens são analisadas para estabelecer o prognóstico (Dawson *et al.*, 1991). Também o câncer de próstata tem seu diagnóstico preventivo, ou precoce, apoiado nesta tecnologia (Loch *et al.*, 2000; Han *et al.*, 2001; Ziada *et al.*, 2001). As redes neurais foram empregadas para estabelecer o prognóstico para cinco anos do carcinoma de cólon (Snow *et al.*, 2001), um dos três tipos de câncer mais prevalentes nos países desenvolvidos (Argov *et al.*, 2002). Recentemente, as redes neurais foram usadas para relacionar marcadores fenotípicos específicos com genes e estado fisiológico em pacientes com este tipo de doença (Bicciato *et al.*, 2003).

Pacientes com cardiopatia e submetidos à cirurgia foram avaliados em termos de sobrevivência, ou não, através do “aprendizado” das redes neurais sobre as relações de 11 fatores de risco presentes em 1875 pacientes durante um mês de observações. Os autores concluíram que a nova técnica é dinâmica e mais precisa na predição, quando comparada com a metodologia anteriormente utilizada (Buzatu *et al.*, 2001).

Nas emergências hospitalares, os pacientes com dores peitorais receberam o diagnóstico de isquemia cardíaca mais sensível e específico, quando ele foi realizado em base nas redes neurais (Baxt *et al.*, 2002). De forma similar, os eletrocardiogramas intra-cardíacos são mais precisos quando esta moderna tecnologia é empregada (Chetham *et al.*, 2002).

Na área da medicina veterinária o emprego das redes neurais artificiais ainda é pequeno, e a avicultura parece ser a área melhor contemplada.

A mastite bovina é um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores de leite e constantemente são pesquisadas formas de melhorar o diagnóstico precoce. Com este objetivo em mente, Heald *et al.*,(2000), construíram um método computacional baseado em redes neurais artificiais capazes de classificar as causas bacterianas da

doença em tambos leiteiros na Pennsylvania e concluíram que ele era melhor do que os métodos convencionais utilizados anteriormente.

O Brasil abate bilhões de frangos de corte anualmente e a inspeção sanitária ancorada unicamente na observação visual parece estar com os dias contados. Trabalhos recentes, desenvolvidos nos Estados Unidos da América, propuseram um novo tipo de inspeção sanitária nos abatedouros avícolas. Este sistema, resume-se na análise de imagens das carcaças, utilizando as redes neurais artificiais como geradoras do critério de aceitação ou de rejeição. Nos distintos experimentos realizados, analisavam-se não só a coloração da pele, mas, inclusive, sua textura. O método é confiável e a margem de acerto das predições está acima dos 95%. (Park *et al.*, 1998; Park & Chen, 2001; Chao *et al.*, 2002).

Pesquisadores norte-americanos utilizaram a rede neural como uma predição probabilística de ascite em frangos de corte. Uma rede neural probabilística foi treinada para predizer ascite baseada em fatores fisiológicos que não necessitam da morte da ave. As entradas da rede foram nível de O₂ no sangue, peso corporal, eletrocardiograma (ECG), hematócrito, onda S e taxa cardíaca das aves. A conclusão foi que o uso dos modelos desenvolvidos pode incrementar o diagnóstico de ascite em frangos de corte. Os resultados podem ser úteis na escolha e no desenvolvimento de linhagens de frangos de corte que não tenham propensão à ascite. (Roush *et al.*, 1996; Roush *et al.*, 1997).

No final dos anos 90, nos Estados Unidos da América, foram estudados dois tipos de redes neurais artificiais (retropropagação e rede neural de regressão geral) para predição de níveis de aminoácidos em ingredientes alimentares. Além disso, os autores compararam tais redes neurais frente às técnicas de análise de regressão. As redes neurais artificiais tiveram um melhor desempenho do que a análise de regressão, sendo que naquele caso, a rede neural de regressão geral superou a de retropropagação. (Roush & Cravener, 1997; Cravener & Roush, 1999).

A síndrome da hipertensão pulmonar dos frangos de corte mereceu a atenção dos investigadores que procuraram avaliar a relação entre os padrões individuais de ganho de peso e a susceptibilidade dos animais a contraírem a enfermidade. Para isto, utilizaram as redes neurais e concluíram que esta metodologia é capaz de identificar os animais suscetíveis a desenvolverem a síndrome ao aplicarem os modelos para a velocidade no ganho de peso nos primeiros 14 dias de vida dos animais (Roush & Wideman, Jr., 2000; Roush *et al.*, 2001).

Para estabelecer um procedimento a fim de diferenciar através da inspeção mecânica, frangos normais daqueles com septicemia e toxemia, foram realizadas medidas espectrais de 300 fígados divididos igualmente em normais e condenados por septicemia e toxemia. A classificação por redes neurais dos dados apresentou uma precisão na classificação de 96%.(Dey *et al.*, 2003).

No CDPA-UFRGS foram realizados trabalhos originais utilizando-se as redes neurais artificiais no gerenciamento de reprodutoras pesadas. Os resultados obtidos demonstraram que é possível explicar os parâmetros de desempenho das aves, através da utilização de redes neurais artificiais. Foram gerados modelos de redes neurais artificiais, os quais informam (e em algumas ocasiões simulam e predizem) mortalidade acumulada das fêmeas, quantidade de ração a ser fornecida ao lote diariamente, peso das fêmeas na semana atual, peso das aves na semana seguinte, no período de recria e mortalidade acumulada das fêmeas, mortalidade acumulada dos machos, quantidade de ração a ser fornecida às fêmeas diariamente, quantidade de ração a ser fornecida aos machos diariamente, ovos produzidos durante a semana atual, ovos a serem produzidos na semana seguinte e pintos produzidos na semana atual no período de produção.

A técnica permite a tomada de decisões criteriosas por parte do corpo técnico para os diferentes lotes em recria e produção, alicerçadas em critérios gerados cientificamente.

Além disso, este método permite simulações das conseqüências de tais decisões e fornece a percentagem de contribuição de cada variável nos fenômenos sob estudo. (Guahyba, 2001; Salle *et al.*, 2001; Salle *et al.*, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Dados de registros

O estudo correspondeu a séries históricas de dados de produção dos frangos de corte pertencentes a uma integração avícola do Rio Grande do Sul, durante os anos de 2001 e 2002. Portanto, foi do tipo observacional analítico e transversal.

A empresa participante do experimento forneceu dois arquivos de dados com as seguintes características:

- 1.516 criadores com frangos alojados em 2001;
- 889 criadores com frangos alojados em 2002.

Em cada um dos arquivos estavam anotados os seguintes itens:

- Número do lote;
- Código do criador;
- Código do galpão;
- Fornecedor do pinto;
- Linhagem;
- Sexo;
- Data do alojamento;
- Data do abate;
- Idade ao abate;
- Número de pintos alojados (quantidade de pintos);
- Custo dos pintos (em reais);
- Quilogramas de ração (consumidos);
- Custo da ração consumida em reais (custo total da ração);
- Quilogramas de frangos produzidos;
- Número de aves abatidas;
- Custo do frango produzido (em reais);
- Número de aves mortas;
- Viabilidade;
- Peso médio;
- Ganho de Peso Diário (GPD);
- Índice de conversão alimentar;
- Índice de eficiência;

- Quilogramas líquido de frangos;
- Custo do quilograma produzido em reais (custo do Kg de frango);
- Custo por ave (custo total do frango);
- Custo do frete da ração (em reais);
- Custo do frete das aves (em reais);
- Quilogramas de ração inicial (ração inicial);
- Quilogramas de ração crescimento (ração crescimento);
- Quilogramas de ração abate (ração abate);

3.2 Análise estatística dos dados

A estatística descritiva e as diferenças entre as médias dos dados (teste-t Student) foram calculadas através do programa computacional SigmaStat® Statistical Software for Windows 2.03

3.3 Redes neurais artificiais

No presente trabalho, o termo “entrada” identifica as variáveis escolhidas para o cálculo do modelo preditivo e a palavra “saída” a variável a ser predita.

Para a construção das redes neurais artificiais foi utilizado o programa computacional NeuroShell® Predictor, parte integrante do pacote “Artificial Intelligence” desenvolvido pela Ward Systems Group. A arquitetura empregada na construção da rede é única e foi desenvolvida para que ela “aprenda” rapidamente e não necessite de um conjunto de dados de teste para melhorar sua habilidade para generalizar, ou seja, dar respostas razoáveis para dados que ela nunca tenha visto anteriormente. Para isto, a estratégia de treinamento usa uma rede neural que dinamicamente cria neurônios escondidos para construir um modelo que generalize bem.

A rede inicia encontrando relações lineares entre as entradas e a saída. São atribuídos pesos às ligações entre os neurônios de entrada e de saída. Depois que esta relação é encontrada, outros neurônios são adicionados à camada oculta para que relações não lineares possam ser identificadas. Os valores de entrada na primeira camada são multiplicados pelos pesos e passados à segunda, que é oculta. Os neurônios da camada oculta ativam ou produzem saídas que são baseadas na soma dos valores

pesados que passaram por ela. A camada oculta transmite os valores para a camada de saída da mesma forma e os valores desejados são obtidos (predições).

A rede aprende ajustando os pesos das interconexões entre as camadas. As respostas que a rede está produzindo são repetidamente comparadas com as respostas corretas e, em cada vez, os pesos das conexões são ligeiramente ajustados na direção da resposta certa. São adicionados tantos neurônios ocultos quantos forem necessários, até o máximo de 150, para retratar as características do banco de dados. Se o problema pode ser aprendido, é desenvolvido um conjunto estável de pesos que irão produzir boas respostas para todas as decisões ou predições da amostra. O poder real das redes neurais fica evidente quando uma rede treinada pode produzir bons resultados mesmo para dados que ela nunca tenha “visto” antes.

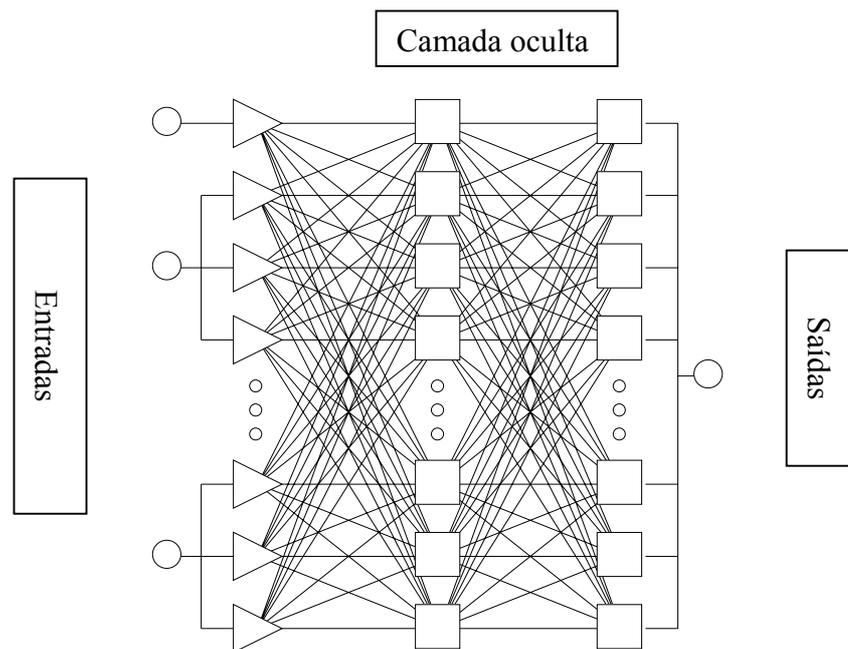


Figura 1 – Exemplo esquemático da arquitetura de rede neural.

Os modelos de redes neurais artificiais das variáveis preditas (saídas), foram comparados e selecionados como melhores, baseados no Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2), no Quadrado Médio do Erro (QME), bem como pela análise de gráficos, plotando a predição da rede *versus* a predição menos o real. O R^2 foi calculado através da fórmula $R^2 = 1 - (SSE/SS_{yy})$, onde $SSE = \sum (\text{valor real} - \text{valor predito})^2$ e $SS_{yy} = \sum$

$(\text{valor real} - \text{m\u00e9dia dos valores})^2$. O QME foi calculado como sendo a m\u00e9dia dos valores reais menos os valores preditos, elevados \u00e0 pot\u00eancia 2 [QME = m\u00e9dia (valores reais - preditos)²].

Para o treinamento das redes foram usados 1.000 criadores do banco de dados do alojamento de frangos de corte de 2001. Os restantes 516 criadores de 2001 e a totalidade dos 889 criadores que alojaram aves em 2002, serviram como testes para a valida\u00e7\u00e3o das predi\u00e7\u00f5es.

Ressalte-se que os modelos gerados s\u00f3 t\u00eam validade para a empresa que forneceu o banco de dados.

A presente disserta\u00e7\u00e3o teve como objetivo demonstrar que \u00e9 poss\u00edvel aplicar a metodologia das redes neurais artificiais para estimar os par\u00e2metros de produ\u00e7\u00e3o de frangos de corte.

4 RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis contidas no banco de dados e analisadas as diferenças entre os anos de 2001 e de 2002

Tabela 1 – Diferença entre as médias* das variáveis nos anos de 2001 e de 2002.

Variável	2001	2002	Nível de significância	Diferença 2001-2002 (%)
Idade	48,0	47,3	P=< 0,001	- 1,46
Quant. Pintos	11.822	12.228	NS	
R\$ pintos	4.051,1	4.889,3	P=< 0,001	20,70
Kg de ração	56.448,4	56.290,3	NS	
R\$ ração	18.588,3	21.433,3	P=< 0,001	15,30
Kgs de frangos	28.336,9	28.288,6	NS	
Aves abatidas	11.377,8	11.709,9	NS	
R\$ Frango	22.797,8	23.731,1	NS	
Viabilidade	96,2	95,8	P=< 0,001	- 0,41
Peso médio	2.490,0	2.425,0	P=< 0,001	- 2,81
GPD	52,0	51,4	P=< 0,001	- 1,15
Conversão	1.990	1.990	NS	
IEF	252,0	249,0	P=< 0,001	- 1,19
Kg líquidos	28.336,9	28.298,5	NS	
R\$ custo Kg	0,878	1,02	P=< 0,001	16,17
R\$ ave	2,18	2,46	P=< 0,001	12,84
R\$ frete ração	529,7	589,7	P=< 0,001	11,32
R\$ frete aves	261,2	299,3	P=< 0,001	14,58

NS= diferença não significativa

* = Teste-t Student

Das 18 variáveis estudadas, 11 apresentaram diferenças significativas entre as médias de um ano para o outro. Percebe-se também, que as variações positivas estavam relacionadas com valores financeiros, enquanto que para as variáveis que expressam parâmetros produtivos as diferenças, quando presentes, foram negativas. As diferenças positivas revelaram uma amplitude de 11,32% a 20,70%. Por outro lado, para as negativas a amplitude foi muito menor, oscilando entre -0,41% e -2,81%.

Tabela 2 – Características dos modelos gerados na fase de treinamento das redes neurais artificiais, para os distintos parâmetros de produção (saídas).

Parâmetro de produção (saída)	Entradas	Erro médio	QME	R ²
Aves abatidas	9	29,264580	1.646,648	0,999951
Índice de conversão alimentar	4	0,002841	0,000017	0,997181
Ganho de Peso Diário	5	0,080648	0,012399	0,998634

Índice de Eficiência	9	0,100489	0,100489	0,999951
Kgs de frango	9	317,000800	237382,3	0,998926
Kgs líquido de frangos	3	310,377000	210.111,1	0,999049
Kgs de ração consumidos	2	613,795500	1,26E+06	0,998615
Kgs de ração abate	9	266,523200	721.195,3	0,990906
Kgs de ração crescimento	10	2.383,241000	1,08E+07	0,964697
Kgs de ração inicial	10	548,897300	853.893,7	0,975876
Peso médio	3	0,009718	0,000227	0,996006
Quantidade de pintos	8	36,444840	3.480,517	0,999906
Viabilidade	9	0,093392	0,015514	0,997634
Custo por ave	6	0,001067	0,000002	0,999942
Custo do Kg de frango	7	0,000517	4,75E-07	0,999905
Custo total do frango	5	215,079900	142.066,5	0,999001
Custo do frete das aves	7	7,819484	108,0587	0,993630
Custo do frete da ração	7	9,448865	177,2076	0,997493
Custo dos pintos	5	151,622800	42.968,48	0,991360
Custo total da ração	7	215,271200	79.522,31	0,999051

QME – Quadrado Médio do Erro; **R²** - Coeficiente de Determinação Múltipla.

A Tabela 2 contém os modelos escolhidos para explicar os diferentes parâmetros de produção dos frangos de corte alojados no ano de 2001. A visualização do conjunto demonstra que as redes neurais artificiais geradas foram bem ajustadas e apresentaram R² elevado. Ressalte-se que o R² perfeito é 1 e um coeficiente muito bom está próximo de 1.

Os modelos de redes neurais obtidos foram validados usando 516 lotes criados em 2001, que não participaram da etapa de aprendizado, e a totalidade dos lotes produzidos em 2002. Desta forma, dispunha-se de uma realidade mais homogênea para os lotes produzidos em 2001 e de outra, com muitos parâmetros variando significativamente, correspondente aos criadores de 2002.

Em razão da grande quantidade de dados, serão apresentadas as validações de quatro modelos. As verificações dos demais estarão nos apêndices que acompanham esta dissertação.

Pela mesma razão expressa anteriormente, para a validação dos modelos de redes neurais obtidos, serão apresentados, como exemplos, os valores reais e as predições de 57 lotes abatidos em 2001 e de outros 57 sacrificados em 2002. Foi escolhido o número 57 para que fosse confeccionada uma tabela na qual é possível relacionar os lotes em três colunas com 19 deles em cada uma delas. Em seguida, será apresentado um gráfico que expressará a totalidade dos lotes abatidos nestes anos.

A Tabela 3 apresenta as características da rede neural quando aplicada aos 1000 lotes de 2001. Pode-se notar que há uma predição muito boa sustentada por um

Coefficiente de Determinação múltipla (R^2) e Correlação elevados e por Quadrado Médio do Erro (QME) e Erro médio reduzidos.

Tabela 3 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Índice de Eficiência (IEF).

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,999951
Erro médio	0,100489
Correlação	0,999976
QME	0,019620
RQME	0,140071

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

A Tabela 4 e a Figura 1 expressam as contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Índice de Eficiência.

Tabela 4 – Importância relativa (contribuições) das variáveis de entrada para a saída Índice de Eficiência (IEF).

Entrada	Importância relativa
Quantidade de Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,312
Quilogramas de Frango (KGS FRANGO)	0,257
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,208
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,192
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,013
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,012
Viabilidade (VIABIL)	0,003
Peso Médio (PM)	0,002
Idade (IDADE)	0,000

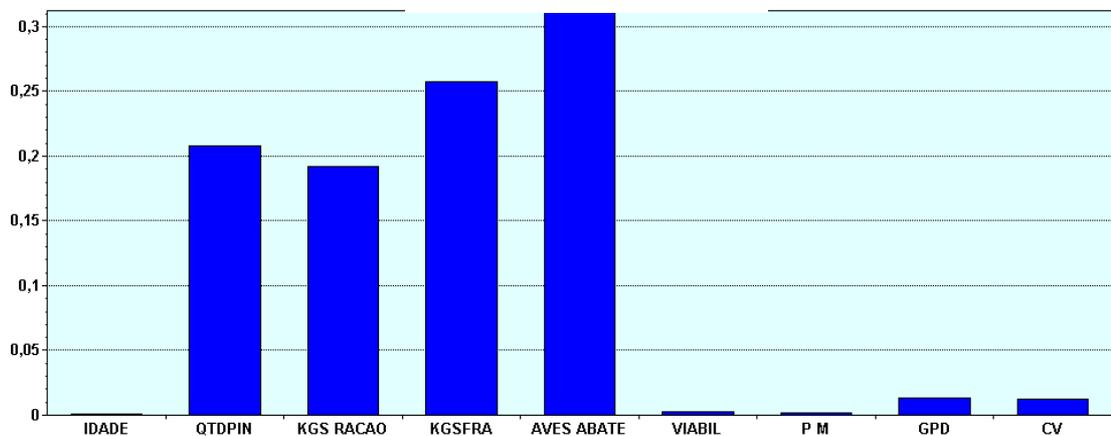


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Índice de Eficiência (IEF).

Para a validação do modelo acima foram utilizados os 516 lotes de frangos alojados em 2001. Por ocasião da aplicação da rede as predições obtidas revelaram as estatísticas da Tabela 5.

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do IEF obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999734
Erro médio	0,125121
Correlação	0,999876
QME	0,072307
RQME	0,268900

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Na Tabela 6 estão relacionados 57 exemplos dos resultados reais e dos preditos para a saída IEF destes lotes.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições do IEF para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	256,29	256,39	1200	245,57	245,59	1400	281,14	280,94
1002	255,24	255,30	1201	244,50	244,36	1401	243,81	244,37
1003	259,84	259,88	1202	272,77	272,89	1402	247,95	247,91
1004	250,78	250,77	1203	233,67	233,68	1403	266,74	266,67
1005	260,34	260,33	1204	232,81	232,78	1404	269,15	269,08
1006	249,68	249,60	1205	256,72	256,78	1405	263,04	263,02
1007	247,03	247,04	1206	258,83	258,82	1406	250,52	250,46
1008	261,22	261,68	1207	262,59	262,50	1407	253,57	253,61
1009	255,7	254,62	1208	255,97	256,08	1408	266,07	266,08
1100	235,90	235,70	1209	231,79	231,73	1409	261,50	261,62
1101	217,92	217,90	1300	255,73	255,63	1500	237,06	237,11
1102	232,27	232,22	1301	252,45	252,35	1501	255,77	255,71
1103	242,12	242,07	1302	247,88	247,89	1502	260,21	260,31
1104	252,77	252,94	1303	251,83	251,85	1503	241,55	241,52
1105	274,61	274,55	1304	261,37	261,31	1504	210,32	210,46
1106	239,84	239,94	1305	237,32	237,24	1505	214,98	215,49
1107	240,27	240,28	1306	240,80	240,81	1506	230,81	231,04
1108	241,24	241,32	1307	245,39	245,40	1507	240,08	240,06
1109	260,32	260,33	1308	261,69	261,68	1508	243,59	243,50

Ao serem analisados os resultados para o IEF real *versus* o predito, as diferenças existentes foram muito pequenas e, no caso dos exemplos apresentados na Tabela 6, sempre foram decimais.

Na Figura 2 é apresentada uma visão conjunta da totalidade dos lotes validados em 2001.

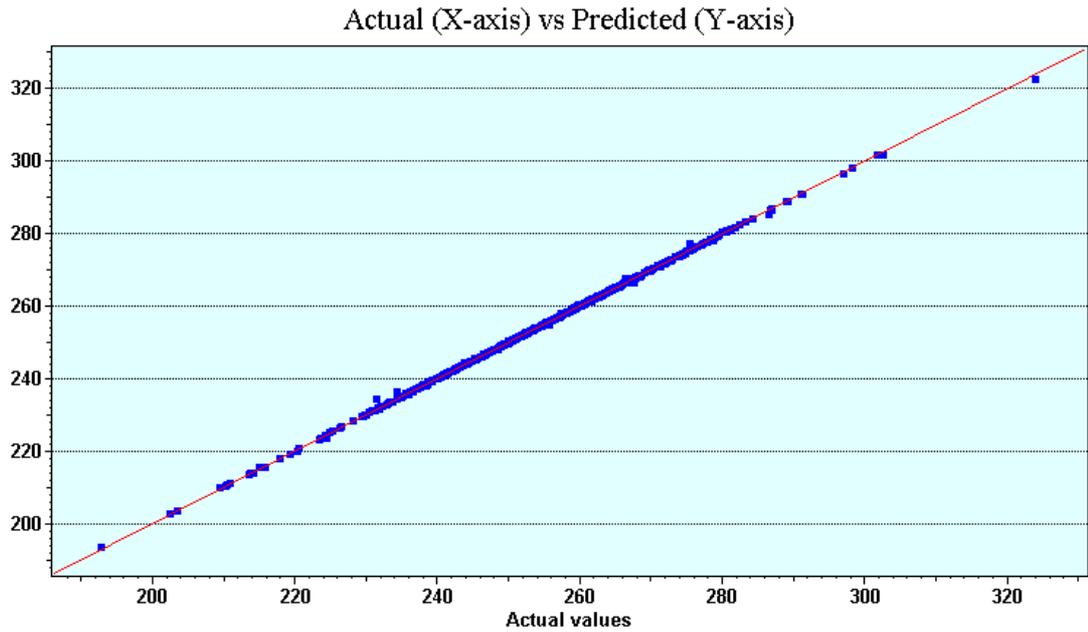


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) do IEF para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

Quando a rede neural foi aplicada para os 889 lotes produzidos em 2002, as características do modelo foram as apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do IEF obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999301
Erro médio	0,242025
Correlação	0,999659
QME	0,435926
RQME	0,660247

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

A comparação entre os valores reais e os preditos para 57 lotes de 2002, escolhidos para exemplificar o fenômeno, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados reais e as predições do IEF para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	201,96	202,19	270	238,84	238,83	600	222,02	222,24
2	274,62	274,60	271	284,80	284,49	601	271,61	271,71
3	248,19	248,29	272	260,08	260,05	602	223,47	223,56
4	233,66	233,56	273	255,06	255,42	603	235,93	235,69
5	232,70	232,90	274	265,65	265,77	604	265,43	265,44
6	272,29	272,10	275	238,65	240,12	605	220,08	219,85
7	230,60	230,48	276	239,38	239,43	606	244,97	243,13
8	254,33	254,29	277	234,22	234,38	607	232,43	232,54
9	258,64	258,71	278	259,00	258,85	608	225,02	225,93
10	211,12	210,96	279	250,96	250,89	801	270,55	270,24
50	214,44	214,07	410	233,40	233,44	802	306,20	306,20
51	239,78	239,72	411	236,45	236,51	803	297,90	297,48
52	243,02	243,00	412	228,33	228,33	804	247,35	247,35
53	209,66	209,87	413	211,99	211,88	805	256,99	256,94
54	255,70	255,60	414	188,81	188,92	806	256,34	256,29
55	252,75	252,78	415	207,81	208,02	807	250,65	250,50
56	272,08	271,95	416	240,05	240,05	808	283,30	283,31
57	277,43	277,20	417	261,26	261,20	809	249,80	249,69
58	253,57	253,54	418	206,39	206,45	810	258,94	258,87

Na Figura 3 é apresentada a relação entre a predição do IEF e os valores reais obtidos para a totalidade dos lotes alojados em 2002.

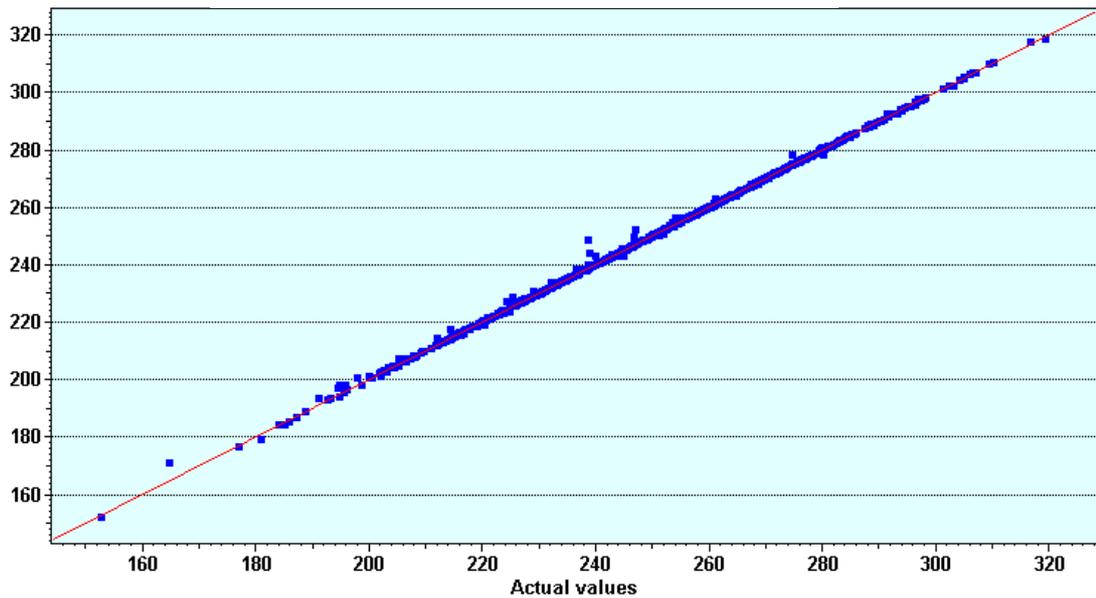


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) do IEF para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

Os resultados demonstraram que o modelo de rede neural aplicado realizou predições muito próximas dos IEF obtidos tanto para o final de 2001, quanto para todo o período de 2002.

Obedecendo a mesma forma de apresentação do exemplo anterior, a seguir serão descritos os resultados obtidos para a variável Ganho de Peso Diário (GPD).

As estatísticas da rede neural artificial gerada para a saída GPD estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Ganho de Peso Diário (GPD).

Estatística da predição	Valores
R ²	0,998634
Erro médio	0,080648
Correlação	0,999317
QME	0,012399
RQME	0,111351

R²- Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

As contribuições das variáveis de entrada para a saída GPD são apresentadas na Tabela 10 e na Figura 4.

Tabela 10 – Importância relativa (contribuições) das variáveis de entrada para a saída Ganho de Peso Diário (GPD).

Entrada	Importância relativa
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,717
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,244
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,037
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,002
Índice de Eficiência (IEF)	0,000

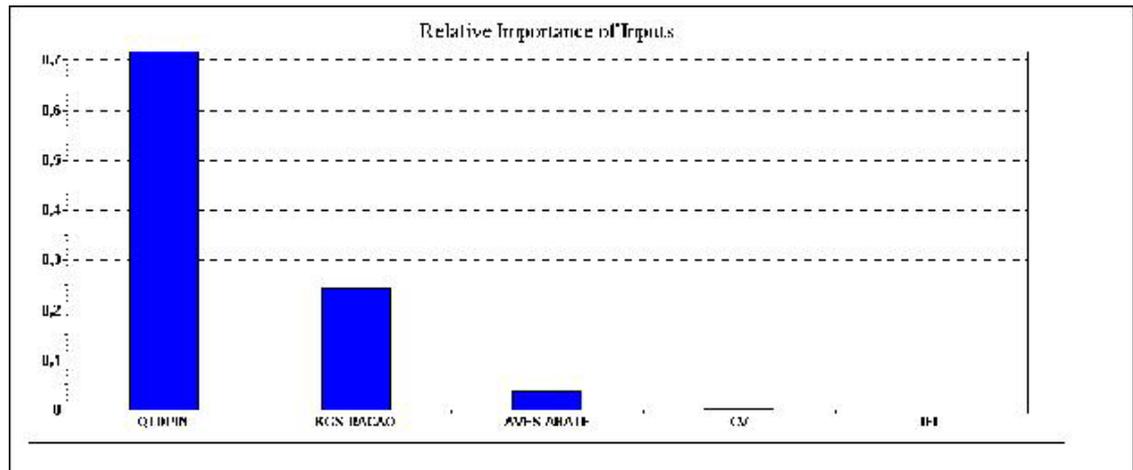


Figura 4 – Contribuições, ou importância relativa, das variáveis de entrada para a saída GPD.

Quando o modelo foi aplicado aos lotes abatidos no final de 2001, a predição apresentou as características contidas na tabela 11.

Tabela 11 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do GPD obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatística da predição	Valores
R ²	0,995303
Erro médio	0,091868
Correlação	0,997673
QME	0,021143
RQME	0,145408

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Na Tabela 12, são enumeradas as predições e os valores reais de 57 lotes escolhidos entre os 516 produzidos em 2001.

Tabela 12 – Resultados reais e as previsões do GPD para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	52,36	52,34	1200	50,80	50,80	1401	49,14	49,07
1002	51,77	51,78	1201	53,21	53,22	1402	51,19	51,36
1003	52,94	52,91	1202	55,22	55,13	1403	52,19	52,05
1004	51,56	51,55	1203	50,82	50,81	1404	54,06	54,17
1005	54,31	54,30	1204	49,40	49,33	1405	53,90	54,00
1006	53,37	53,48	1205	52,53	52,50	1406	53,12	53,02
1007	51,71	51,57	1206	51,02	51,05	1407	52,99	52,90
1008	51,51	51,42	1207	53,77	53,83	1408	53,17	53,13
1009	53,88	54,55	1208	50,62	50,62	1409	53,24	53,35
1100	50,49	50,46	1209	51,09	50,94	1500	51,11	51,03
1101	46,57	46,61	1300	52,88	52,87	1501	52,37	52,24
1102	49,94	49,81	1301	53,61	53,57	1502	53,89	53,77
1103	50,24	50,39	1302	49,49	49,46	1503	53,22	53,12
1104	54,40	54,40	1303	52,38	52,24	1504	47,97	47,91
1105	52,88	53,07	1304	52,82	52,73	1505	44,55	44,80
1106	51,65	51,64	1305	50,81	50,73	1506	48,15	48,14
1107	51,26	51,24	1306	48,94	48,89	1507	48,63	48,52
1108	51,06	51,09	1307	50,72	50,60	1508	51,85	51,94
1109	53,01	52,93	1308	53,01	52,96	1509	51,65	51,78

A Figura 5 retrata graficamente a relação entre a predição e o valor real da totalidade dos 516 lotes abatidos no final de 2001.

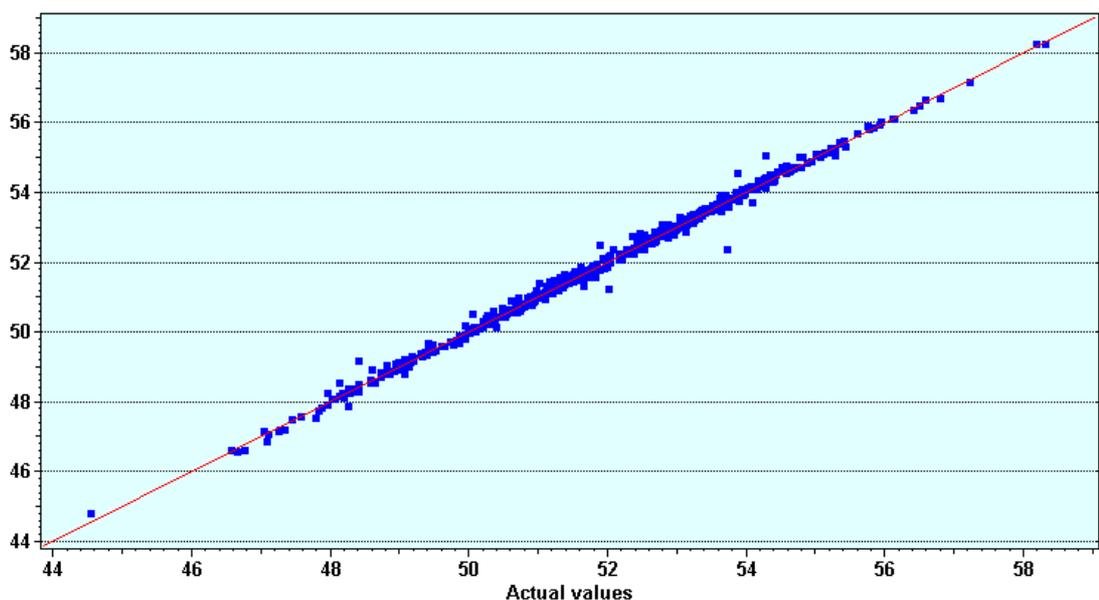


Figura 5 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) do GPD para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

Seguindo a mesma proposta de demonstração, a rede neural artificial para GPD foi aplicada aos lotes alojados em 2002 e a precisão do modelo preditivo pode ser observado na Tabela 13.

Tabela 13 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do GPD obtido por 889 lotes alojados em 2002.

Estatística da predição	Valores
R ²	0,987992
Erro médio	0,167355
Correlação	0,984589
QME	0,412851
RQME	0,642613

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Na Tabela 14, são descritos os valores reais e as respectivas predições para a variável de saída GPD dos lotes que servem como exemplo para o conjunto de 2002.

Tabela 14 – Resultados reais e as predições do GPD para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	46,76	46,91	270	54,41	54,72	600	48,25	48,51
2	54,87	54,92	271	54,09	54,39	601	55,97	55,89
3	52,83	53,00	272	53,25	53,35	602	49,10	49,03
4	51,33	51,37	273	52,42	52,45	603	51,82	51,85
5	52,10	51,77	274	54,72	54,62	604	55,10	55,09
6	53,28	53,26	275	42,36	41,96	605	46,64	45,93
7	49,62	49,65	276	49,11	48,97	606	57,23	59,90
8	53,89	53,93	277	47,21	47,18	607	52,06	52,15
9	52,35	52,33	278	53,16	53,13	608	51,87	56,17
10	45,81	45,77	279	51,78	51,78	801	56,89	56,91
50	43,96	44,94	410	48,35	48,13	802	57,71	57,65
51	49,84	49,79	411	48,63	49,02	803	57,47	57,52
52	50,49	50,45	412	47,26	47,27	804	50,54	50,40
53	45,84	45,89	413	46,16	46,16	805	51,85	51,79
54	51,71	51,63	414	43,44	43,83	806	54,85	54,77
55	49,49	49,49	415	47,50	47,64	807	53,17	53,11
56	54,71	54,77	416	51,05	50,99	808	56,81	56,76
57	54,63	54,55	417	52,91	52,89	809	48,48	48,64
58	53,72	53,68	418	44,61	44,72	810	51,84	52,07

Na Figura 6 podem ser observadas a acuracidade das predições elaboradas a partir do modelo de rede neural que tem como saída o GPD para lotes de 2002.

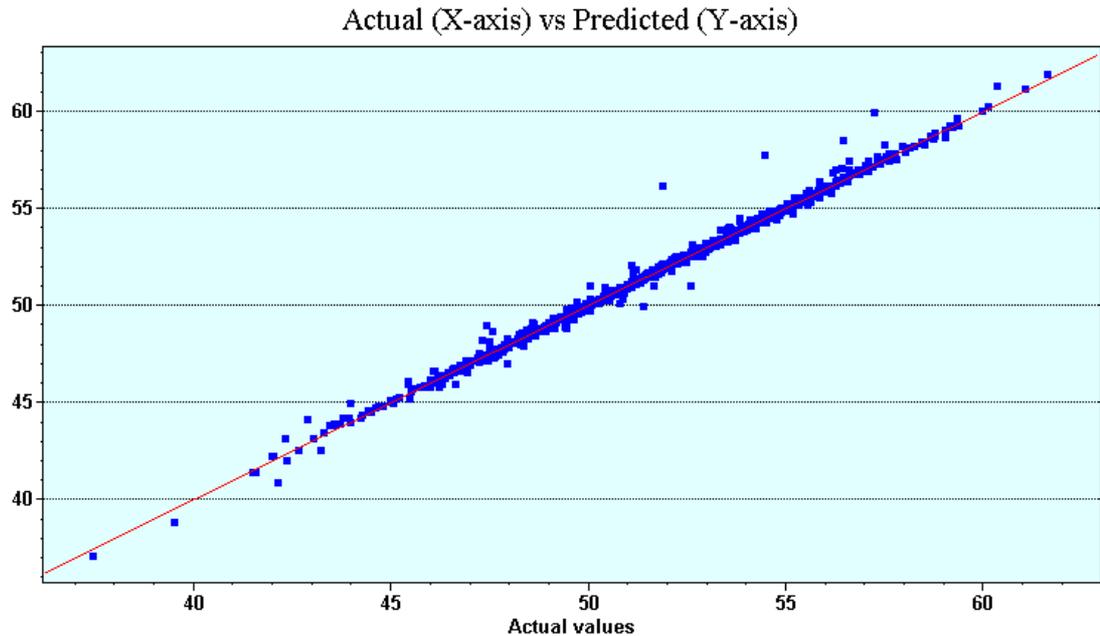


Figura 6 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) do GPD para 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

A próxima variável a ser apresentada é Quilogramas Líquido de Frangos. A rede neural resultante tem suas estatísticas expressas na Tabela 15.

Tabela 15 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas Líquido de Frangos.

Estadística da predição	Valores
R^2	0,999049
Erro médio	310,3770
Correlação	0,999524
QME	210111,1
RQME	458,3788

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Este modelo foi construído com três variáveis de entrada e as contribuições de cada uma delas podem ser observadas na Tabela 16 e na Figura 7 na qual pode-se notar que, como era esperado, o número de aves abatidas tem a maior contribuição sobre os quilogramas líquido de frangos produzidos.

Tabela 16 – Importância relativa (contribuições) das variáveis de entrada para a saída Quilogramas Líquido de Frangos.

Entrada	Importância relativa
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,551
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,417
Índice de Eficiência (IEF)	0,032

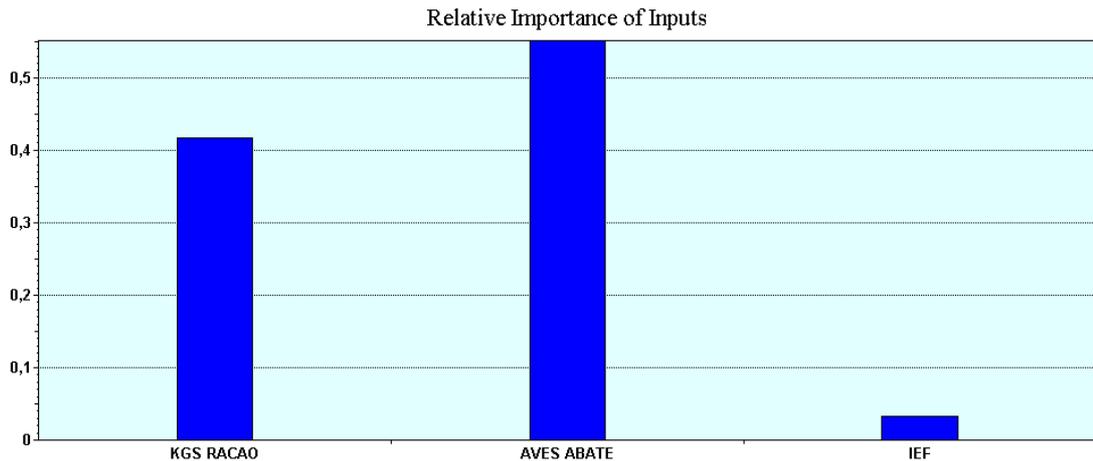


Figura 7 – Contribuições, ou importância relativa, das variáveis de entrada para a saída Quilogramas Líquido de Frangos.

A Tabela 17 dá a conhecer as estatísticas da aplicação da rede sobre os 516 lotes abatidos no final de 2001. Novamente, o R^2 é alto e proporciona confiabilidade às predições.

Tabela 17 – Validação do modelo de redes neurais para a predição dos Quilogramas Líquido de Frangos obtidos pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatística da predição	Valores
R^2	0,999280
Erro médio	278,9101
Correlação	0,999645
QME	160763,3
RQME	400,9530

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz quadrada do Erro Médio.

Os números obtidos para as predições *versus* o resultado real destes lotes são apresentados na Tabela 18. Também neste caso, a predição esteve muito próxima do real.

Tabela 18 – Resultados reais e as previsões dos Quilogramas Líquido de Frangos para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	38290	38491	1200	26190	25819	1401	27110	26415
1002	41070	41018	1201	31960	32136	1402	12640	12544
1003	36680	36472	1202	21050	20746	1403	14770	14637
1004	19320	19372	1203	15490	15372	1404	16260	16390
1005	17560	17713	1204	20670	20756	1405	16280	16479
1006	38850	38976	1205	25370	24969	1406	20390	20813
1007	24600	24940	1206	41550	40799	1407	30910	30967
1008	25570	24909	1207	16270	16424	1408	34230	34046
1009	55190	54091	1208	20430	19978	1409	47950	47942
1100	24330	24202	1209	15240	14914	1500	14400	14307
1101	27380	27355	1300	22210	22141	1501	29520	29689
1102	26770	27098	1301	16650	16656	1502	34000	34248
1103	13590	13329	1302	29330	29114	1503	15610	15555
1104	17460	17795	1303	31120	31429	1504	13940	13833
1105	15230	15268	1304	29990	30067	1505	11430	11037
1106	16350	16331	1305	30050	30458	1506	25410	24963
1107	16840	16680	1306	25740	25695	1507	27520	27887
1108	36990	36797	1307	28180	28481	1508	28010	28100
1109	26620	26549	1308	29230	28935	1509	18830	19110

A imagem gráfica que representa a relação entre as previsões e os valores reais para todos os 516 criadores está na Figura 8.

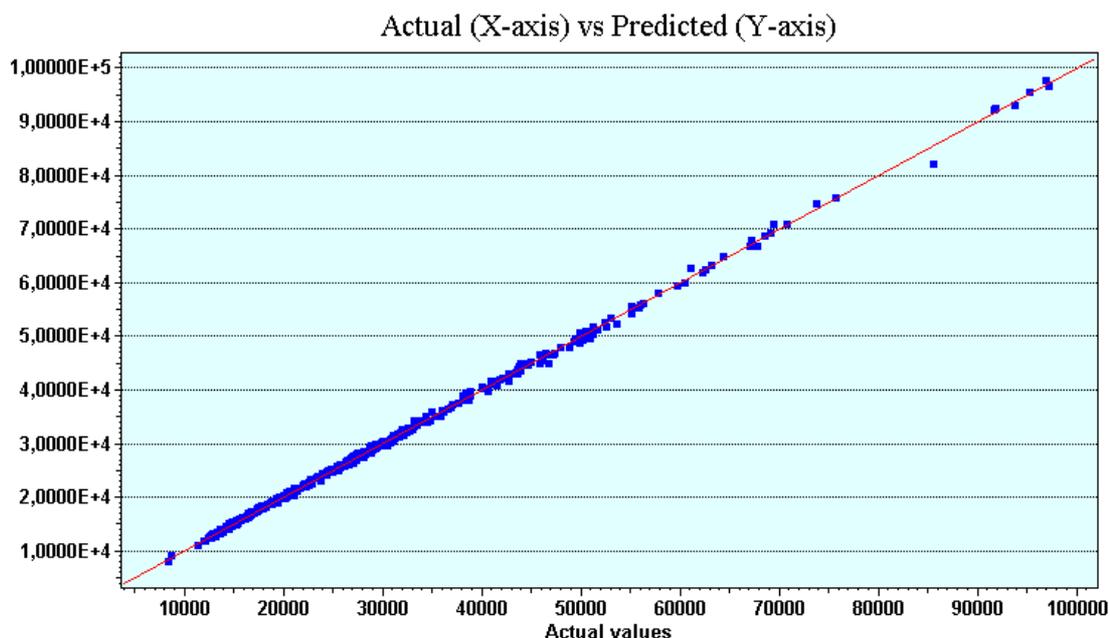


Figura 8 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) dos Quilogramas Líquido de Frangos para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

A rede neural artificial foi aplicada aos lotes de frango abatidos em 2002 e as estatísticas das predições estão na Tabela 19. Aqui, como nas situações anteriores, se repete a precisão com que a rede prediz os resultados.

Tabela 19 – Validação do modelo de redes neurais para a predição dos Quilogramas Líquido de Frangos obtidos por 889 lotes alojados em 2002.

Estatística da predição	Valores
R ²	0,998767
Erro médio	382,6250
Correlação	0,999389
QME	295054,7
RQME	543,1894

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Ao serem relacionados os resultados para os 57 lotes que têm sido usados como exemplo, é possível dimensionar de forma absoluta as diferenças entre as predições e os valores reais obtidos (Tabela 20).

Tabela 20 – Resultados reais e as predições dos Quilogramas Líquido de Frangos para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	24220	24497	270	23780	24303	600	18830	18567
2	16450	16631	271	47640	46235	601	15590	15179
3	96760	96871	272	44150	44123	602	17170	17645
4	25380	25316	273	37270	36317	603	26460	25846
5	8400	7963	274	34130	34763	604	15080	14550
6	27500	27163	275	22430	23850	605	30490	30691
7	41840	42179	276	25870	26152	606	24210	23600
8	25330	25517	277	21580	21501	607	19360	19423
9	39300	39226	278	14820	14854	608	18280	18050
10	23920	24152	279	13300	13225	800	13090	12948
50	44520	43877	410	22920	23163	801	15370	15913
51	22740	22774	411	24610	24834	802	85190	86394
52	50730	50236	412	25880	25704	803	32680	32263
53	13950	13556	413	22610	22307	804	15480	15534
54	29920	29875	414	37310	37711	805	15770	16271
55	39350	39773	415	57710	58155	806	26530	26424
56	14970	15450	416	58850	58750	807	16360	16927
57	24280	23503	417	26450	26269	808	16080	16626
58	19180	19207	418	21510	21359	809	18030	18241

Os valores preditos para 889 lotes abatidos em 2002 estão graficados na Figura 9. Mais uma vez, os valores preditos praticamente se superpõem aos reais, conferindo confiabilidade ao modelo gerado.

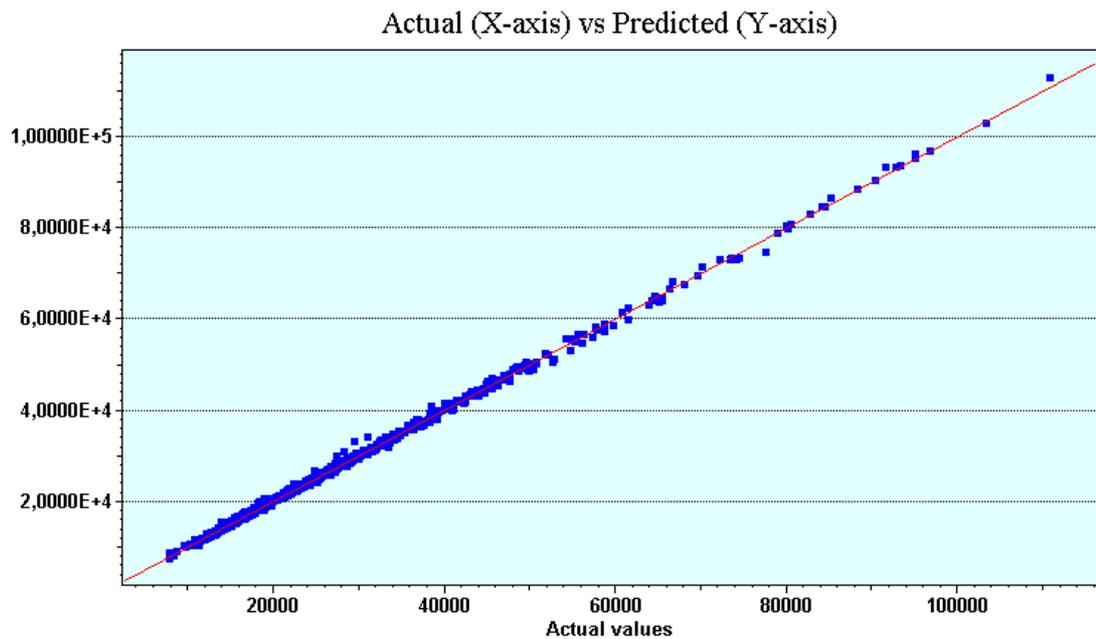


Figura 9 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) dos Quilogramas Líquido de Frangos para 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

Finalmente, apresentar-se-á o modelo de rede neural elaborado para a saída Custo do Quilograma do Frango, cujas estatísticas estão descritas na Tabela 21 e, assim como nos exemplos anteriores, dá credibilidade às predições que efetuar.

Tabela 21 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo do Quilograma de Frango.

Estadística da predição	Valores
R ²	0,999905
Erro médio	0,000517
Correlação	0,999952
QME	4,75E-07
RQME	0,000689

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

As contribuições das variáveis de entrada utilizadas para a construção da rede Custo do Quilograma de Frango são apresentadas na Tabela 22 e na Figura 10.

Tabela 22 – Importância relativa (contribuições) das variáveis de entrada para a saída Custo do Quilograma de Frango.

Entrada	Importância relativa
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,626
Quilogramas Líquidos de Frango (KGLIQU)	0,193
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,146
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,028
Custo por Ave (R\$ AVE)	0,004
Peso Médio (PM)	0,004
Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS)	0,000

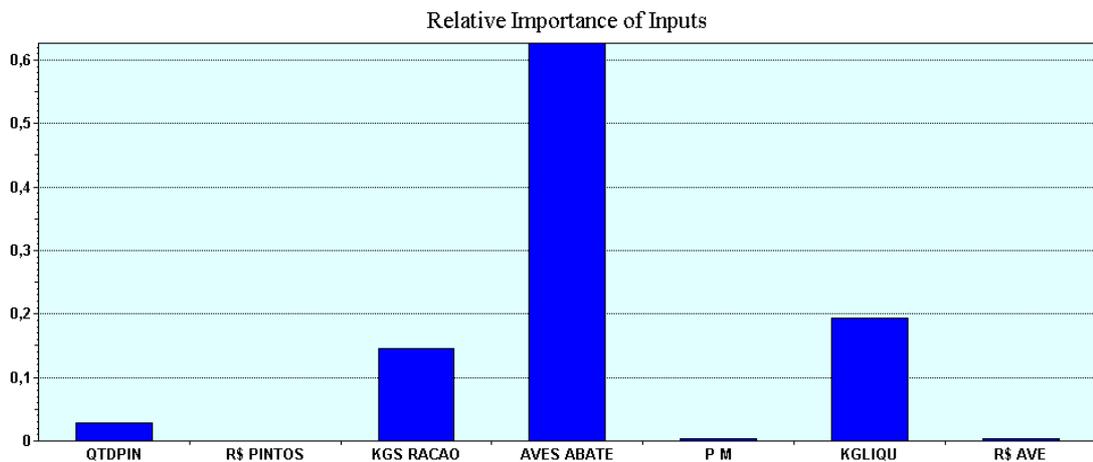


Figura 10 – Contribuições, ou importância relativa, das variáveis de entrada para a saída Custo do Quilograma de Frango.

O modelo das redes neurais foi testado nos lotes abatidos em 2001 e as estatísticas do modelo estão na Tabela 23.

Tabela 23 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do Custo do Quilograma de Frango obtidos pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatística da predição	Valores
R ²	0,995413
Erro médio	0,002883
Correlação	0,997976
QME	0,000013
RQME	0,003641

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

A Tabela 24 apresenta as predições *versus* os resultados reais obtidos pelos 57 lotes utilizados como exemplo, para a saída Custo do Quilograma de Frango.

Tabela 24 – Resultados reais e as previsões do Custo do Quilograma de Frango para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	0,976	0,974	1200	0,932	0,932	1401	1,035	1,033
1002	0,974	0,971	1201	0,954	0,960	1402	1,042	1,045
1003	0,959	0,962	1202	0,914	0,920	1403	1,004	1,004
1004	1,000	1,002	1203	0,930	0,931	1404	0,993	0,995
1005	0,971	0,973	1204	0,923	0,920	1405	1,018	1,021
1006	0,976	0,979	1205	1,019	1,021	1406	1,028	1,031
1007	0,996	0,996	1206	0,916	0,916	1407	1,033	1,038
1008	0,947	0,946	1207	0,900	0,902	1408	1,043	1,050
1009	0,968	0,968	1208	0,885	0,884	1409	1,028	1,036
1100	0,968	0,972	1209	0,923	0,923	1500	1,065	1,067
1101	0,976	0,972	1300	0,995	0,998	1501	1,040	1,044
1102	0,967	0,967	1301	1,021	1,023	1502	1,031	1,038
1103	0,942	0,943	1302	0,989	0,987	1503	1,043	1,046
1104	0,952	0,956	1303	1,034	1,038	1504	1,130	1,133
1105	0,911	0,913	1304	1,013	1,015	1505	1,061	1,057
1106	0,962	0,964	1305	1,057	1,058	1506	1,042	1,038
1107	0,952	0,954	1306	1,035	1,035	1507	1,059	1,056
1108	0,937	0,936	1307	1,043	1,041	1508	1,003	1,002
1109	0,937	0,940	1308	1,026	1,032	1509	1,003	1,001

As previsões e os valores reais obtidos para todos os 516 lotes de 2001, para a variável Custo do Quilograma de Frango, estão representados graficamente na Figura 11.

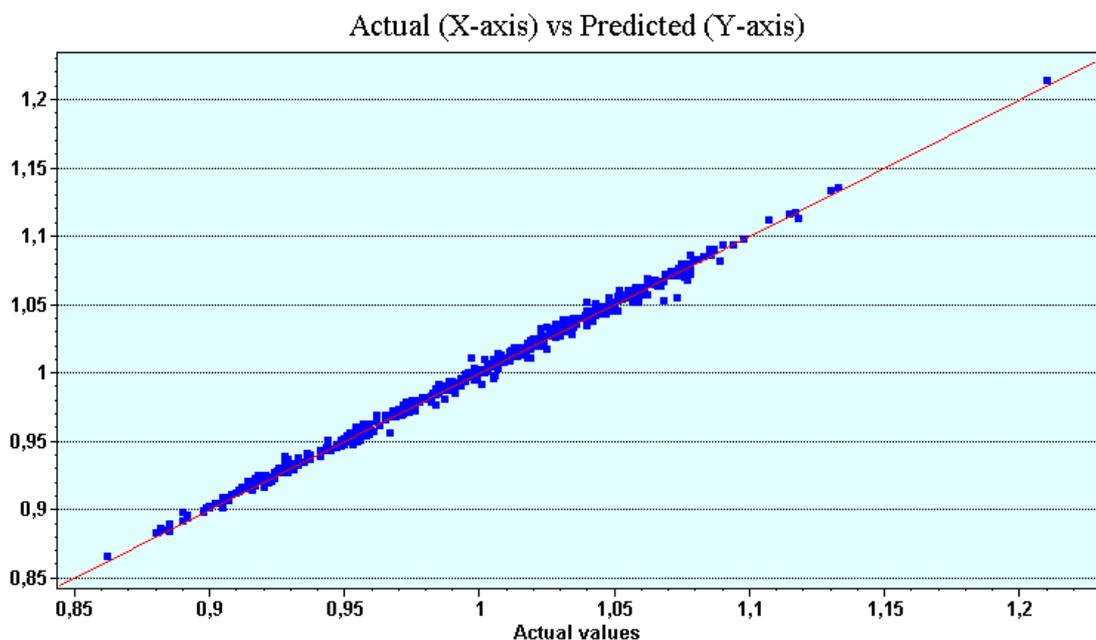


Figura 11 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) do Custo do Quilograma de Frango para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

Ao se aplicar a rede Custo do Quilograma de Frango sobre os dados de 889 lotes abatidos em 2002, percebe-se que houve uma redução na precisão do modelo, mas, mesmo assim, apresenta estatísticas confiáveis (Tabela 25).

Tabela 25 – Validação do modelo de redes neurais para a predição do Custo do Quilograma de Frango obtidos por 889 lotes alojados em 2002.

Estatística da predição	Valores
R ²	0,956110
Erro médio	0,005858
Correlação	0,975957
QME	0,000105
RQME	0,010234

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Seguindo a mesma seqüência de apresentação, na Tabela 26 estão relacionadas as predições e os valores reais para 57 lotes abatidos no ano de 2002.

Tabela 26 – Resultados reais e as predições do Custo do Quilograma de Frango para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	1,019	1,012	270	1,080	1,085	600	1,024	1,022
2	0,980	0,982	271	0,989	0,996	601	0,956	0,963
3	1,040	1,038	272	1,036	1,038	602	1,169	1,158
4	1,063	1,066	273	1,013	1,015	603	0,993	0,992
5	1,036	1,038	274	1,038	1,041	604	0,979	0,992
6	0,992	0,994	275	1,028	0,986	605	1,002	0,986
7	1,061	1,062	276	1,042	1,035	606	0,994	0,977
8	1,069	1,073	277	1,037	1,032	607	1,012	1,013
9	1,010	1,012	278	1,007	1,008	608	0,970	0,955
10	1,108	1,105	279	1,016	1,017	800	0,982	0,983
50	1,062	1,041	410	1,090	1,081	801	0,973	0,975
51	1,042	1,043	411	1,016	1,007	802	0,996	0,999
52	1,021	1,021	412	1,019	1,018	803	0,975	0,976
53	1,078	1,077	413	1,056	1,048	804	0,976	0,982
54	1,010	1,013	414	1,103	1,093	805	1,048	1,046
55	1,025	1,018	415	1,132	1,135	806	1,003	1,003
56	1,016	1,017	416	1,026	1,027	807	1,024	1,026
57	1,013	1,014	417	0,997	0,998	808	1,019	1,014
58	1,105	1,108	418	1,048	1,038	809	1,007	1,008

Por último, na Figura 12, estão representadas as predições e os valores reais obtidos pelos lotes abatidos em 2002.

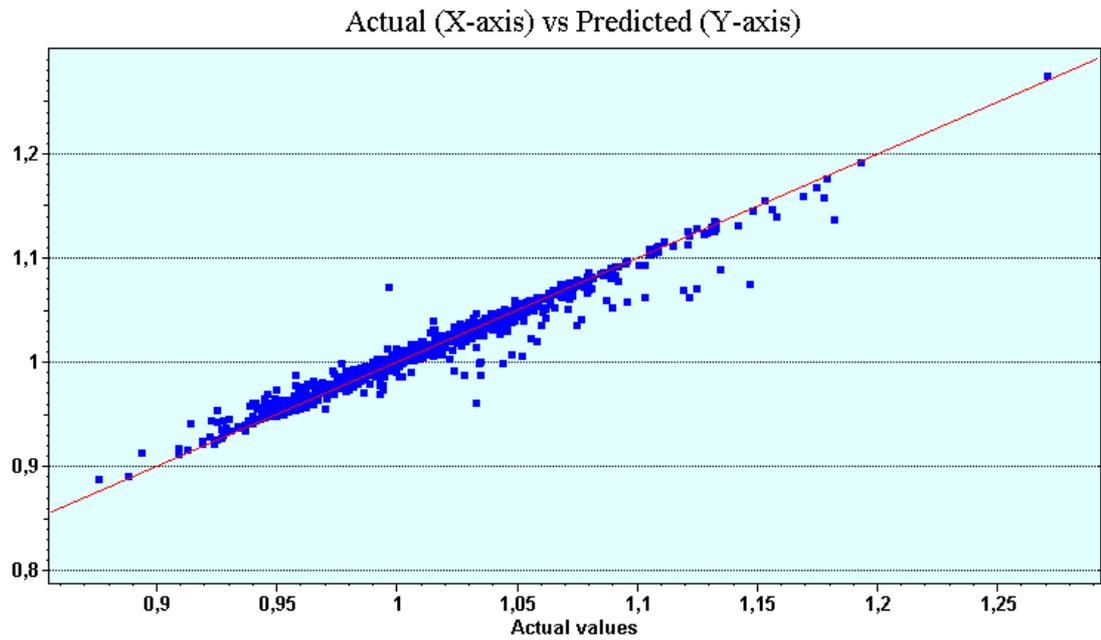


Figura 12 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) do Custo do Quilograma de Frango para 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

Não houve diferença significativa entre as médias dos valores preditos e as médias dos valores reais em todas as validações efetuadas nos lotes abatidos em 2001 e em 2002, aplicando 20 modelos de redes neurais aqui gerados.

5 DISCUSSÃO

Na literatura consultada encontraram-se algumas publicações que tratavam do uso de redes neurais na avicultura e, na verdade, como pode ser comprovado no capítulo que trata da revisão bibliográfica, foi um número de publicações muito pequeno. Em nenhuma ocasião encontraram-se trabalhos que se assemelhassem ao proposto nesta dissertação. Os trabalhos que mais se aproximaram, foram os que tratavam da utilização de redes neurais artificiais para explicar os fenômenos que ocorrem na exploração de reprodutoras pesadas tanto na fase de recria (Salle *et al.*, 2001) como na fase de produção (Salle *et al.*, 2003). Assim sendo, as desejáveis comparações com os achados de outros autores não puderam ser realizadas, e remetem à conclusão de que a abordagem do assunto neste documento é original.

A empresa que se associou a este estudo, procurou fornecer um banco de dados que fosse o mais homogêneo possível. Na Tabela 1, pode-se verificar que havia diferença significativa em 11 das 18 variáveis, quando eram comparadas as médias dos anos de 2001 com aquelas obtidas em 2002. Mais ainda, destas onze, seis variáveis que apresentaram uma variação positiva de um ano para o outro, estavam relacionadas com valores financeiros, representando, assim, aumento nos custos de produção. Por outro lado, nas demais cinco variáveis, que estão associadas com a produtividade, as variações foram sempre negativas. Este fato foi surpreendente porque em 2002 já apontavam, de forma objetiva, para dificuldades operacionais que a empresa viria a enfrentar no ano seguinte, mesmo com os responsáveis acreditando, subjetivamente, que viviam uma fase de estabilidade. A análise dos dados descortinava que frente aos aumentos nos custos de produção se contrapunham diminuições na produtividade e que este conflito, se não fossem tomadas medidas apropriadas, inevitavelmente levaria a um prognóstico desfavorável que, infelizmente, foi confirmado em 2003.

Com o banco de dados foram construídos 20 modelos de redes neurais artificiais (Tabela 2). Na fase de treinamento, as redes apresentaram valores de R^2 , de QME e de Erro médio considerados muito bons o que significa que os modelos são bem ajustados e as validações, que serão discutidas posteriormente, sustentam esta afirmação. Na observação dos R^2 percebe-se que o pior modelo, para a variável de saída “Ração crescimento”, apresentou um valor de 0,964697 que está muito próximo do máximo que é 1,0.

Os modelos escolhidos para ilustrar esta dissertação, já que a apresentação de todos eles tornaria o documento muito extenso, demonstraram que as redes neurais podem ser utilizadas como uma ferramenta poderosa para predições das variáveis presentes na criação de frangos de corte.

Embora a importância relativa das variáveis de entrada não possa ser considerada como uma indicação infalível da contribuição de cada uma delas para a saída escolhida, em razão das redes neurais não serem modelos lineares, os valores relativos apresentados são um bom indicador da participação de cada uma delas no modelo em questão, pois foram usados números pequenos de variáveis de entrada nos diversos modelos gerados. Desta forma, feita a observação das limitações que as contribuições calculadas apresentam, ela deverá ser levada em conta ao serem analisadas as importâncias relativas em todos os modelos descritos neste trabalho, sejam eles apresentados no corpo do documento ou na forma de apêndices.

O modelo treinado para o Índice de Eficiência (IEF) está muito bem ajustado com valor de $R^2=0,999951$, $QME=0,01962$ e Erro médio= $0,100489$ (Tabela 3) e na Figura 1 pode ser verificado que as variáveis de entrada que mais contribuem para a predição do IEF são as “Aves abatidas”, “Quilogramas de frango”, “Quilogramas de ração” e “Quantidade de pintos”.

Quando o modelo de redes neurais para predizer o IEF foi aplicado aos 516 lotes abatidos ainda no ano de 2001, as predições foram muito precisas e as diferenças entre os valores reais e os preditos foram decimais, enquanto o valor absoluto do IEF é expresso em centenas. As Tabelas 5 e 6 e a Figura 2 oferecem uma demonstração da precisão do modelo ao ser validado. Ressalte-se que estes lotes não participaram do treinamento da rede e, desta forma, são vistos por ela como dados novos. A proximidade dos valores de predição frente aos valores reais, demonstra que a rede foi capaz de “aprender” a predizer os valores de IEF para estes lotes.

Os mesmos comentários podem ser aplicados aos lotes abatidos em 2002 ilustrados nas Tabelas 7 e 8 e na Figura 3. Neste caso, o valor da predição é ainda mais importante, pois na Tabela 1 verifica-se que houve diferença significativa, embora pequena, entre os valores médios de IEF de 2001 para 2002. Assim, como no anterior, a rede foi capaz de predizer uma situação nova que foi confrontada e validada com os valores reais obtidos no ano.

O ganho de peso diário (GPD) é a próxima rede a ser discutida. Novamente foi possível a geração de um modelo que apresentou um excelente ajuste na fase de

treinamento (Tabela 9). Das cinco variáveis de entrada utilizadas (Tabela 10), as duas com maiores participações relativas foram “Quantidade de pintos” e “Quilogramas de ração”. Estas contribuições estão de acordo com as expectativas para a saída GPD e suas importâncias relativas somadas alcançam, aproximadamente, os 95% (Figura 4).

O modelo foi validado com os lotes restantes, em número de 516, abatidos em 2001. Nas Tabelas 11 e 12 e na Figura 5 pode ser observado que os valores das predições, praticamente, não diferem dos valores reais obtidos por estes lotes por ocasião do abate. Embora a Tabela 12 apresente os resultados de apenas 57 criadores pode ser avaliada a qualidade da predição. Esta afirmativa fica reforçada na visualização da Figura 5 que expressa a totalidade dos 516 lotes abatidos naquele ano.

Os lotes abatidos em 2002 apresentaram GPD médio diferente significativamente dos obtidos em 2001 e revelaram uma redução de 1,15% de um ano para o outro (Tabela 1). Novamente, a rede foi capaz de prever os valores reais a serem obtidos no ano seguinte, mesmo que eles fossem completamente desconhecidos por ela. O ajuste do modelo, quando foi utilizado para a validação dos lotes abatidos em 2002, apresentou coeficiente de determinação múltipla próximo de 1,0 (Tabela 13) indicando, junto com o QME e Erro médio, que a predição para o ano seguinte era muito precisa e a diferença entre o predito e os valores reais, muito pequena (Tabela 14 e Figura 6).

A rede neural criada para explicar os fenômenos envolvidos com a variável de saída Quilogramas Líquido de Frangos está expressa na Tabela 15. Repete-se, novamente, um modelo preciso com erro médio de 310Kg em predições que alcançam, em média, 28.000Kg por lote. Das três variáveis de entrada utilizadas neste modelo, mais de 95% da importância relativa é atribuída às variáveis “Aves abatidas” e “Quilogramas de ração” (Figura 7).

Por ocasião da validação da rede com os lotes de 2001, verifica-se que as estatísticas do modelo são melhores do que aquelas obtidas na fase de treinamento. Neste caso, os valores preditos estão ainda mais próximos dos reais e, particularmente, o Erro médio da predição situou-se em, aproximadamente, 279 Kg (Tabela 17). Esta diferença é muito pequena se comparada aos valores médios de quilogramas líquido de frangos que a empresa produziu em 2001. A afirmação anterior fica mais evidente ao ser observada a Tabela 18, na qual estão relacionados os valores preditos e os reais obtidos pelos 57 lotes de 2001 e na Figura 8 que apresenta a totalidade dos lotes validados neste ano.

Não houve diferença significativa entre as médias de quilogramas líquido de frangos produzidos em 2001 e em 2002 (Tabela 1). Assim sendo, era de se esperar que as predições fossem bem precisas para os lotes abatidos em 2002. A expectativa foi contemplada e as estatísticas da predição na validação do modelo com os lotes deste ano podem ser vistas na Tabela 19. Na Figura 9, observa-se que os valores preditos para a totalidade dos lotes abatidos em 2002 estão, praticamente, sobre os valores reais obtidos e as diferenças numéricas dos 57 lotes usados como exemplo são pequenas e estão expressas na Tabela 20.

O treinamento da rede neural para a variável de saída Custo do Quilograma do Frango apresentou estatísticas excelentes e pode ser observada na Tabela 21. Sobressai um R^2 extremamente alto, acompanhado de QME e de Erro médio reduzidos. As importâncias relativas das sete variáveis de entrada são apresentadas na Figura 10 e, dentre todas, mais de 95% das contribuições são atribuídas às variáveis “Aves abatidas”, “Quilogramas líquidos de frangos” e “Quilogramas de ração”.

Seguindo a mesma trajetória dos modelos anteriores, a rede Custo do Quilograma do Frango foi aplicada sobre os 516 lotes abatidos em 2001 e as características da rede na validação estão na Tabela 23. Observa-se indicadores estatísticos que são próprios de um modelo ajustado e com alta precisão nas predições efetuadas. Os resultados que retratam a diferença entre os valores preditos e os reais são apresentados na Tabela 24 para os 57 lotes usados como exemplos e a totalidade deles, têm os valores preditos *versus* os reais registrado na Figura 11.

A aplicação da rede sobre os lotes abatidos em 2002 defrontou-se com a circunstância de prever resultados sobre o custo de produção que aumentou, significativamente, em 16,17% sobre o praticado no ano anterior (Tabela 1). A estatística da rede na validação destes resultados foi boa (Tabela 25), embora o $R^2=0,95611$ possa parecer baixo, quando comparado com os obtidos nos demais modelos aqui apresentados. Ressalte-se que, embora este valor pareça reduzido ao ser comparado com todos os demais apresentados nesta dissertação, o Coeficiente de Determinação Múltipla da aplicação da rede neural é muito alto e dá confiabilidade às predições efetuadas. O Erro médio de R\$0,005858 e o QME de R\$0,000105 reforçam esta confiança.

Na Tabela 26, é possível observar as diferenças entre as predições e os valores reais alcançados nos 57 lotes usados como exemplos e a Figura 12 retrata o ocorrido com a totalidade dos lotes abatidos em 2002.

Este último exemplo é, entre os quatro apresentados, aquele que melhor expressa a capacidade de aprendizado das redes neurais, pois foi capaz de realizar predições corretas sobre dados até então desconhecidos e que apresentaram uma alta variação de um ano para o outro.

Ao serem analisados os resultados contidos no documento principal e nos apêndices percebe-se que, apesar das variações ocorridas em 2002, as redes foram capazes de prever os dados futuros com excelente confiabilidade. Mesmo que a inflação acumulada neste ano, medida pelo Índice Geral dos Preços do Mercado (IGP-M) alcançasse 22,92% e este índice aumenta para 23,83% quando utilizado o Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), ambos calculados pela Fundação Getúlio Vargas, e tenha se refletido nos preços praticados na avicultura, ela não foi capaz de tornar-se uma barreira intransponível que impedisse as predições. Porém, como era esperado, existe uma relação inversa entre o aumento da variação anual e a precisão das predições. Por outro lado, mesmo enfrentando estas dificuldades, não houve diferença significativa entre as médias das predições e as médias dos valores reais em nenhum dos modelos estudados.

Restam 16 outras redes neurais que são apresentadas como apêndices. A Tabela 2, relaciona as características estatísticas destes modelos e os valores de R^2 , QME e Erro médio comprovam a excelente qualidade obtida durante a fase de treinamento com os 1000 lotes abatidos em 2001. Na validação dos dados para os 516 lotes de 2001 e para os 889 de 2002, as predições e os valores reais estão muito próximos. As estatísticas das validações, para ambos os anos e com todas as redes, também estão disponibilizadas nos apêndices. As tabelas e as figuras que estes apêndices contêm são similares, em termos de precisão dos valores preditos *versus* os valores reais, aos quatro exemplos citados no corpo da dissertação, reforçando, ainda mais, a conclusão de que é possível explicar, através do uso de redes neurais, os fenômenos envolvidos com a produção industrial de frangos de corte.

6 CONCLUSÃO

As redes neurais artificiais foram capazes de explicar os fenômenos envolvidos com a produção industrial de frangos de corte.

Os 20 diferentes modelos de redes neurais artificiais foram validados, individualmente, em mais de 1.400 lotes de frangos abatidos durante os anos de 2001 e 2002 e as previsões dos parâmetros de produção foram confiáveis.

As diferenças entre as médias das previsões e as médias dos valores reais dos parâmetros de produção dos lotes abatidos em 2001 e em 2002 não apresentaram diferenças significativas em nenhuma ocasião.

A técnica oferece critérios objetivos, gerados cientificamente, que embasarão as decisões dos responsáveis pela produção industrial de frangos de corte. Permite, também, realizar simulações e medir a contribuição de cada variável no fenômeno em estudo.

REFERÊNCIAS

- Argov, S.; Ramesh, J.; Salman, A.; Sinelnikov, I.; Goldstein, J.; Guterman, H.; Mordechai, S. Diagnostic potential of Fourier-transform infrared microspectroscopy and advanced computational methods in colon cancer patients. **J. Biomed. Opt.** v.7, n.2, p.248-254, 2002
- Astion, M. L.; Wilding, P. The application of backpropagation neural networks to problems in pathology and laboratory medicine. **Arch Pathol Lab Med.** v.116, p.995-1001, 1992
- Baxt, W. G.; Shofer, F. S.; Sites, F. D.; Hollander, J. E. A neural network aid for the early diagnosis of cardiac ischemia in patients presenting to the emergency department with chest pain. **Ann. Emerg. Med.** v.40, n.6, p.575-583, 2002
- Bicciato, S.; Pandin, M.; Didone, G.; Di Bello, C. Pattern identification and classification in gene expression data using an autoassociative neural network model. **Biotechnol. Bioeng.** v.81, n.5, p.594-606, 2003
- Buzatu, D. A.; Taylor, K. K.; Peret, D. C.; Darsey, J. A.; Lang, N. P. The determination of cardiac surgical risk using artificial neural networks. **J. Surg. Res.** v.95, n.1, p.61-66, 2001
- Chao, K.; Chen, Y. R.; Hruschka, W. R.; Gwodz, F. B. On-line inspection of poultry carcasses by a dual-camera system. **Journal of Food Engineering.** v.51, p.185-192, 2002
- Cheng, B.; Titterington, D. M. Neural Networks: a review from a statistical perspective. **Statistical Science.** v.9, n.1, p.2-54, 1994
- Chesini, S. Métodos de cálculos de custos na avicultura: matrizes, pintos e frangos. **Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.** p.81-83, 1989
- Chetham, S. M.; Barker, T. M.; Stafford, W. Neural networks in cardiac electrophysiological signal classification. **Australas. Phys. Eng Sci. Med.** v.25, n.3, p.124-131, 2002
- Cravener, T. L.; Roush, W. B. Improving neural network prediction of amino acid levels in feed ingredients. **Poult. Sci.** v.78, n.7, p.983-991, 1999
- Dawson, A. E.; Austin, R. E.; Weinberg Jr., D. S. Nuclear grading of breast carcinoma by image analysis. Classification by multivariate and neural network analysis. **Am. J. Clin. Pathol.** v.95, p.S29-S37, 1991
- Dey, B. P.; Chen, Y. R.; Hsieh, C.; Chan, D. E. Detection of septicemia in chicken livers by spectroscopy. **Poult. Sci.** v.82, n.2, p.199-206, 2003
- Elfadil, A. A.; Vaillancourt, J. P.; Meek, A. H.; Julian, R. J.; Gyles, C. L. Description of cellulitis lesions and associations between cellulitis and other categories of condemnation. **Avian Diseases.** v.40, p.690-698, 1996

- Estock, K. Nifty neural networks. **Independent Banker**. v.49, n.11, p.21-23, 1999
- Fialho, F. B.; Ledur, M. C. Estimador da produção de ovos. **Comunicado Técnico n. 257 Embrapa Suínos e Aves**. p.1-2, 2000a.
- Fialho, F. B.; Ledur, M. C. Modelo matemático para curvas de produção de ovos. **Comunicado Técnico n. 256 Embrapa Suínos e Aves**. p.1-3, 2000b.
- Forsström, J. J.; Dalton, K. J. Artificial neural networks for decision support in clinical medicine. **Annals of Medicine**. v.27, n.5, p.509-517, 1995
- Franco, J. L. K. Custo das doenças avícolas. **IV Encontro de qualidade industrial Ministério da Agricultura e Abastecimento e Indústrias Avícolas do RS**. Imbé - RS, 1996
- Freitas, A. R. de; Albino, L. F. T.; Rosso, L. A. de. Estimativas do peso de frangos machos e fêmeas através de modelos matemáticos. **Comunicado Técnico n. 68 Embrapa Suínos e Aves**. p.1-4, 1983
- Graat, E. A. M.; Kooij, E. van der; Frankena, K.; Henken, A. M.; Smeets, J. F. M.; Hekerman, M. T. J. Quantifying risk factors of coccidiosis in broilers using on-farm data based on a veterinary practice. **Preventive Veterinary Medicine**. v.33, p.297-308, 1998
- Guahyba, A. da S. **Tese de Doutorado**: Utilização de inteligência artificial (redes neurais artificiais) no gerenciamento de reprodutoras pesadas. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Veterinária, PPGCV, 116p., 2001.
- Han, M.; Snow, P. B.; Brandt, J. M.; Partin, A. W. Evaluation of artificial neural networks for the prediction of pathologic stage in prostate carcinoma. **Cancer**. v.91, n.8 Suppl, p.1661-1666, 2001
- Heald, C. W.; Kim, T.; Sisco, W. M.; Cooper, J. B.; Wolfgang, D. R. A computerized mastitis decision aid using farm-based records: an artificial neural network approach. **J. Dairy Sci**. v.83, n.4, p.711-720, 2000
- Ivey, F. Desenvolvimento e aplicação de modelos de crescimento para frangos de corte. **Anais do I Simpósio Internacional ACAV - Embrapa sobre Nutrição de Aves**. p.22-35, 1999
- Kirby, Y. K.; Mcnew, R. W.; Kirby, J. D.; Wideman Jr., R. F. Evaluation of logistic versus linear regression models for predicting pulmonary hypertension syndrome (Ascites) using cold exposure or pulmonary artery clamp models in broilers. **Poultry Science**. v.76, p.392-399, 1997
- Kovács, Z. L. **Redes Neurais Artificiais: Fundamentos e Aplicações: um texto básico**. 2.ed. São Paulo: Edição acadêmica, p.1-174, 1996.
- Lee, A.; Ulbricht, C.; Dorffner, G. Application of artificial neural networks for detection of abnormal fetal heart rate pattern: a comparison with conventional algorithms. **Journal of Obstetrics and Gynaecology**. v.19, n.5, p.482-485, 1999

Lima, I. L.; Bersch, F. X. Avaliação técnica dos equipamentos de frangos de corte e seus diferenciais. **Anais do I Simpósio Brasil Sul de Avicultura**. Chapecó - SC, p.89-103, 2000

Loch, T.; Leuschner, I.; Genberg, C.; Weichert-Jacobsen, K.; Kupperts, F.; Retz, M.; Lehmann, J.; Yfantis, E.; Evans, M.; Tsarev, V.; Stockle, M. [Improvement of transrectal ultrasound. Artificial neural network analysis (ANNA) in detection and staging of prostatic carcinoma]. **Urologe A**. v.39, n.4, p.341-347, 2000

Morris, M. P. Economic considerations in prevention and control of poultry disease. In: Shane, Simon N., Halvorson, David, Hill, Donna, Villegas, P., and Wages, D. **Biosecurity in the poultry industry**. 1.ed. Pennsylvania (American Association of Avian Pathologists - AAAP): University of Pennsylvania, p.04-16, 1995.

O'Sullivan, O. Who's that knocking on my portal? **USBanker**. v.109, n.11, p.49-52, 1999

Park, B.; Chen, Y. R. Matrix texture features of multi-spectral images on poultry carcasses. **J. agric. Engng.** v.78, p.127-139, 2001

Park, B.; Chen, Y. R.; Nguyen, M. Multi-spectral image analysis using neural network algorithm for inspection of poultry carcasses. **J. agric. Engng. Res.** v.69, p.351-363, 1998

Robey, W.; Gasperoni, G.; Harlow, H. The IGM® as a tool for modeling broiler growth and variation. Disponível em <http://www.novusint.com/nups/0495.htm>. Acesso em 21-11-2000

Rosenblatt, F. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. **Psychological Review**. v.65, n.6, p.386-408, 1958

Roush, W. B.; Cravener, T. L. Artificial neural network prediction of amino acid levels in feed ingredients. **Poult. Sci.** v.76, n.5, p.721-727, 1997

Roush, W. B.; Cravener, T. L.; Kirby, Y. K.; Wideman Jr., R. F. Probabilistic neural network prediction of ascites in broilers based on minimally invasive physiological factors. **Poult. Sci.** v.76, n.11, p.1513-1516, 1997

Roush, W. B.; Kirby, Y. K.; Cravener, T. L.; Wideman Jr., R. F. Artificial neural network prediction of ascites in broilers. **Poultry Science**. v.75, p.1479-1487, 1996

Roush, W. B.; Kirby, Y. K.; Cravener, T. L.; Wideman Jr., R. F. Artificial neural network prediction of ascites in broilers. **Poult. Sci.** v.75, n.12, p.1479-1487, 1996

Roush, W. B.; Wideman Jr., R. F. Evaluation of broiler growth velocity and acceleration in relation to pulmonary hypertension syndrome. **Poult. Sci.** v.79, n.2, p.180-191, 2000

Roush, W. B.; Wideman Jr., R. F.; Cahaner, A.; Deeb, N.; Cravener, T. L. Minimal number of chicken daily growth velocities for artificial neural network detection of pulmonary hypertension syndrome (PHS). **Poult. Sci.** v.80, n.3, p.254-259, 2001

Salle, C. T.; Guahyba, A. S.; Wald, V. B.; Silva, A. B.; Salle, F. O.; Fallavena, L. C. B. Uso de Redes Neurais Artificiais para Estimar Parâmetros de Produção de Galinhas Reprodutoras Pesadas em Recria. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.3, p.257-264, 2001

Salle, C. T.; Guahyba, A. S.; Wald, V. B.; Silva, A. B.; Salle, F. O.; Nascimento, V. P. Use of artificial neural networks to estimate production variables of broilers breeders in the production phase. **Br. Poult. Sci.** v.44, n.2, p.211-217, 2003

Salle, C. T. P.; Cé, M. C.; Lorenzini, G.; Sfoggia, M. V. B.; Guahyba, A. S.; Moraes, H. L. S.; Nascimento, V. P. do. Correlation between aflatoxin and ocratoxin levels with production parameters in a poultry company. **Abstracts of the IV Asia-Pacific Poultry Health Conference**. Melbourne - Australia, p.131-131, 1998a.

Salle, C. T. P.; Cé, M. C.; Lorenzini, G.; Sfoggia, M. V. B.; Guahyba, A. S.; Moraes, H. L. de S.; Nascimento, V. P. do. Correlation between aflatoxin and ocratoxin levels with production parameters in a poultry company. **Abstracts of the 48th Western Poultry Disease Conference**. Vancouver - Canada, p.130-130, 1999a.

Salle, C. T. P.; Cé, M. C.; Santos, C. H. C.; Guahyba, A. S.; Nascimento, V. P. do. Use of statistical technique on the interpretation of routine serologic data produced by poultry industry. **Abstracts of the IV Asia-Pacific Poultry Health Conference**. Melbourne - Australia, p.148-148, 1998b.

Salle, C. T. P.; Cé, M. C.; Santos, C. H. C.; Guahyba, A. S.; Nascimento, V. P. do. Use of statistical techniques on the interpretation of routine serological data produced by a poultry industry. **Abstracts of the 48th Western Poultry Disease Conference**. Vancouver - Canada, p.130-130, 1999b.

Salle, C. T. P.; Silva, A. B. da. Prevenção de Doenças / Manejo Profilático / Monitorização. In: Berchieri Junior, Angelo and Macari, Marcos. **Doenças das Aves**.1.ed. p.03-12, 2000.

Salle, C. T. P.; Soares, R. C. B.; Cé, M. C.; Guahyba, A. S.; Moraes, H. L. S.; Nascimento, V. P. do. Immune response assessment in turkey breeder (*Meleagris gallopavo*) under Newcastle vaccine virus by mathematical models. **Abstracts of the IV Asia-Pacific Poultry Health Conference**. Melbourne - Australia, p.148-148, 1998c.

Salle, C. T. P.; Soares, R. C. B.; Cé, M. C.; Moraes, H. L. S.; Nascimento, V. P. do; Guahyba, A. da S. Immune response assessment in turkey breeders vaccinated against Newcastle disease using mathematical models. **Abstracts of the 48th Western Poultry Disease Conference**. Vancouver - Canada, p.129-129, 1999c.

Salle, C. T. P.; Soares, R. C. B.; Cé, M. C.; Silva, A. B. da; Moraes, H. L. de S.; Nascimento, Vladimir Pinheiro do; Guahyba, Adriano da Silva. Modelos matemáticos para avaliar a resposta imune de aves à doença de Newcastle. **A Hora Veterinária**. v.102, p.41-44, 1998d.

Snow, P. B.; Kerr, D. J.; Brandt, J. M.; Rodvold, D. M. Neural network and regression predictions of 5-year survival after colon carcinoma treatment. **Cancer**. v.91, n.8 Suppl, p.1673-1678, 2001

Soares, R. C. B. **Dissertação de Mestrado**: Avaliação da resposta imunológica em reprodutoras de perus (*Meleagris gallopavo*) diante do vírus vacinal da doença de Newcastle através de modelos matemáticos. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Veterinária, PPGCV, 75p., 1995.

Xin, H. Assessing swine thermal comfort by image analysis of postural behaviors. **J. Anim. Sci.** v.77, suppl.2/J, n.82, suppl.2/1999, p.1-9, 1999

Zhang, Z.; Marquardt, R. R.; Wang, G.; Guenter, W.; Crow, G. H.; Han, Z.; Bedford, M. R. A simple model for predicting the response of chicks to dietary enzyme supplementation. **J. Anim. Sci.** v.74, p.394-402, 1996

Ziada, A. M.; Lisle, T. C.; Snow, P. B.; Levine, R. F.; Miller, G.; Crawford, E. D. Impact of different variables on the outcome of patients with clinically confined prostate carcinoma: prediction of pathologic stage and biochemical failure using an artificial neural network. **Cancer**. v.91, n.8 Suppl, p.1653-1660, 2001

APÊNDICE A – Aves abatidas

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: AVES ABATIDAS

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Aves Abatidas.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999951
Erro médio	29,26458
Correlação	0,999976
QME	1646,648
RQME	40,57891

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Frango (KGSFRA)	0,494
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,238
Quantidade de pintos (QTDPIN)	0,137
Índice de Eficiência (IEF)	0,076
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,038
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,009
Peso Médio (PM)	0,005
Viabilidade (VIABIL)	0,003
Idade (IDADE)	0,000

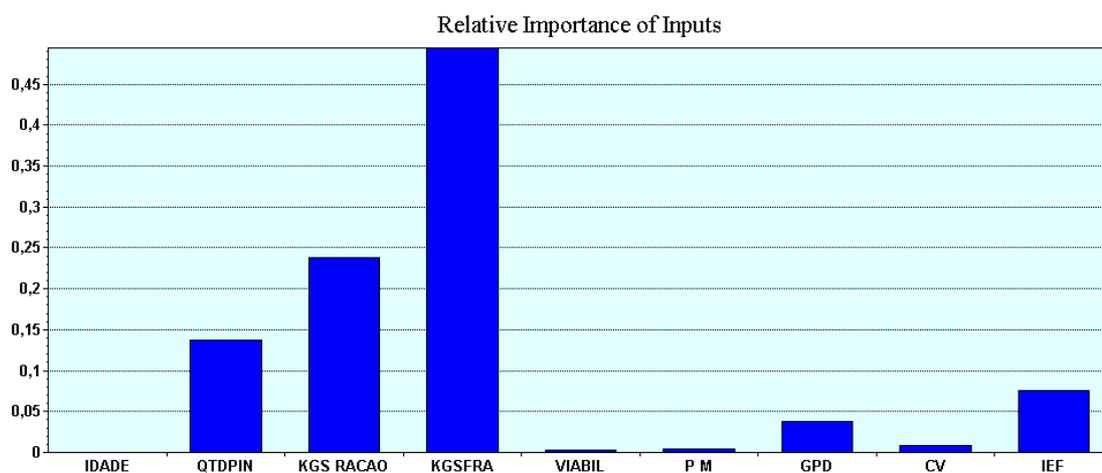


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Aves Abatidas.

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Aves Abatidas obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999899
Erro médio	37,98792
Correlação	0,999951
QME	3816,201
RQME	61,77541

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Aves Abatidas para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	15897	15890	1200	10520	10523	1400	12237	12231
1002	17244	17281	1201	12012	12012	1401	11493	11501
1003	14434	14431	1202	7624	7593	1402	5144	5192
1004	7806	7839	1203	6230	6240	1403	6021	5961
1005	6735	6731	1204	8716	8728	1404	6138	6161
1006	15164	15217	1205	9856	9860	1405	6164	6215
1007	10120	10116	1206	16965	16976	1406	8166	8197
1008	10560	10581	1207	6303	6323	1407	11904	11891
1009	21790	22150	1208	8236	8240	1408	13695	13689
1100	9448	9443	1209	6087	6022	1409	18816	18742
1101	11997	11972	1300	8571	8576	1500	5994	5980
1102	10939	10916	1301	6470	6439	1501	11742	11719
1103	5520	5556	1302	12608	12592	1502	13142	13113
1104	6550	6599	1303	12376	12342	1503	6110	6061
1105	5877	5902	1304	12080	12066	1504	6054	6062
1106	6460	6482	1305	12320	12296	1505	5577	5745
1107	6704	6698	1306	10957	10938	1506	11472	11485
1108	15092	15163	1307	12078	12059	1507	12300	12239
1109	10248	10249	1308	11253	11256	1508	11742	11778

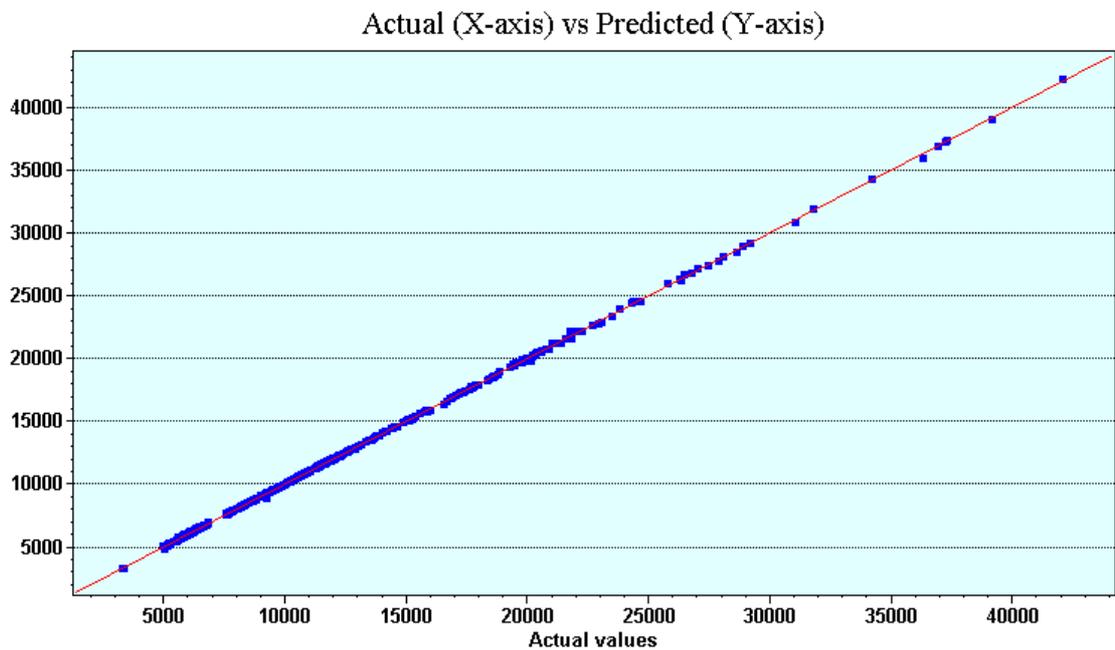


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Aves Abatidas para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Aves Abatidas obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999812
Erro médio	50,63017
Correlação	0,999908
QME	7526,333
RQME	86,75444

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Aves Abatidas para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	11019	11058	270	9105	9096	600	6216	6164
2	6118	6122	271	18347	18332	601	5715	5690
3	37990	38104	272	17838	17871	602	5760	5707
4	10090	10094	273	14508	14620	603	8576	8536
5	3290	3203	274	13860	13839	604	5924	5813
6	10752	10760	275	15126	15105	605	9624	9574
7	17208	17208	276	11907	11894	606	8000	7909
8	10000	10003	277	9936	9930	607	6030	5969
9	15972	15956	278	5931	5899	608	5904	5781
10	10654	10633	279	5464	5446	800	5796	5769
50	20664	20398	410	10719	10700	801	6066	6126
51	9504	9508	411	10976	10981	802	35996	35828
52	20721	20831	412	10318	10322	803	13100	13092
53	6210	6241	413	9555	9549	804	6249	6245
54	11808	11779	414	17586	17594	805	6114	6178
55	17879	17771	415	25246	25082	806	10054	10075
56	5948	6000	416	25808	25935	807	6321	6337
57	9456	9552	417	11745	11707	808	6375	6459
58	7761	7734	418	9288	9303	809	7320	7347

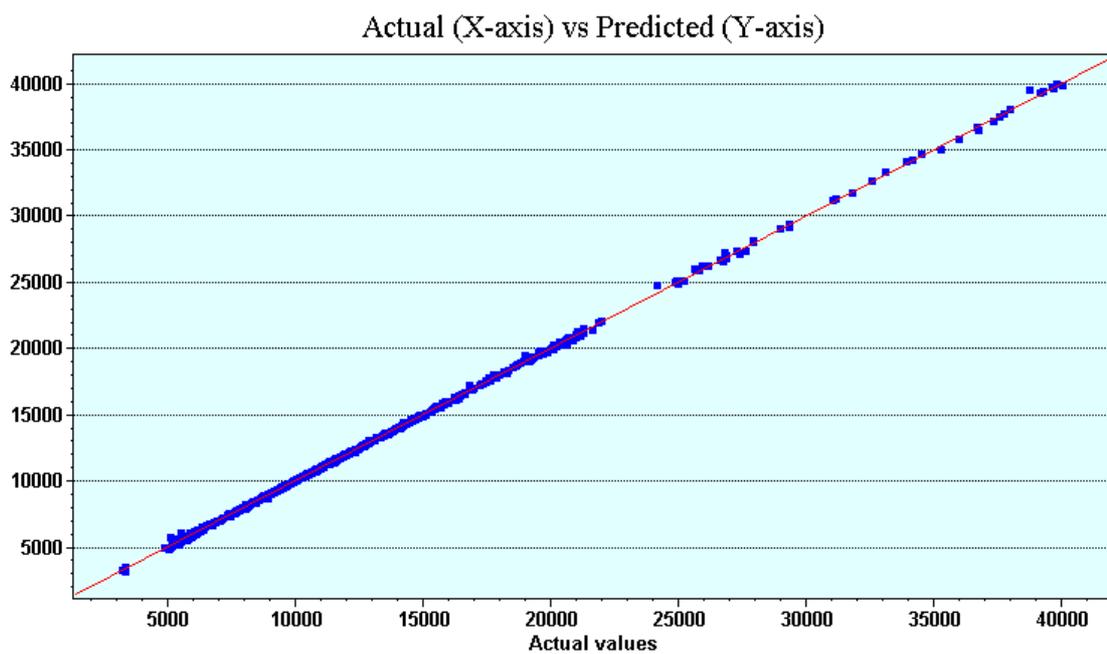


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Aves Abatidas para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE B – Índice de conversão alimentar (CA)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: ÍNDICE DE CONVERSÃO ALIMENTAR (CA)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Índice de Conversão Alimentar (CA).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,997181
Erro médio	0,002841
Correlação	0,998589
QME	0,000017
RQME	0,004075

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Aves abatidas (AVES ABATE)	0,573
Quantidade de pintos (QTDPIN)	0,425
Índice de Eficiência (IEF)	0,001
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,001

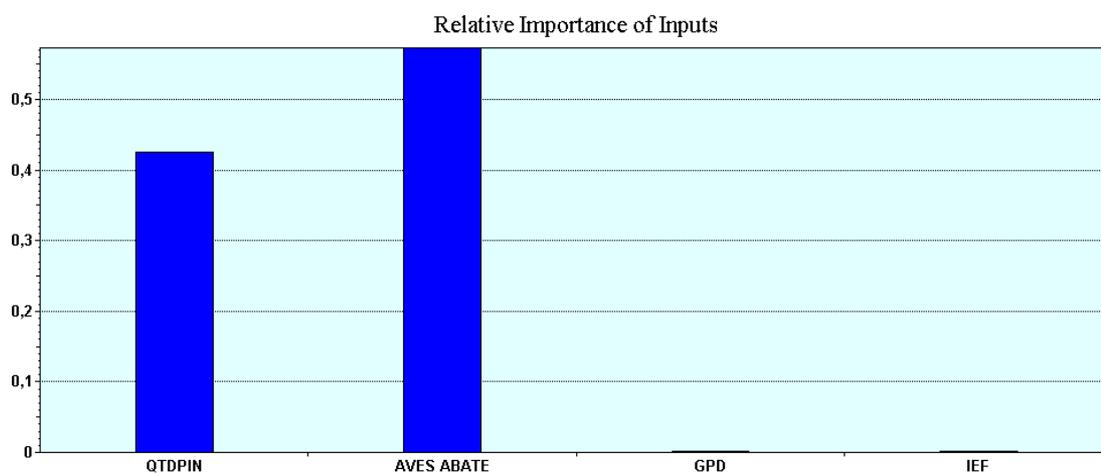


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Índice de Conversão Alimentar.

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Índice de Conversão Alimentar obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,989723
Erro médio	0,004557
Correlação	0,994978
QME	0,000050
RQME	0,007075

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Índice de Conversão Alimentar (CA) para 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	1,968	1,969	1200	1,979	1,983	1400	1,890	1,887
1002	1,943	1,943	1201	2,075	2,075	1401	1,914	1,922
1003	1,970	1,972	1202	1,929	1,935	1402	2,004	1,995
1004	2,006	2,001	1203	2,085	2,080	1403	1,870	1,878
1005	2,007	2,007	1204	2,055	2,053	1404	1,957	1,949
1006	2,026	2,026	1205	1,958	1,961	1405	2,005	1,993
1007	2,033	2,033	1206	1,910	1,911	1406	2,062	2,057
1008	1,870	1,877	1207	1,986	1,981	1407	2,022	2,024
1009	1,938	1,915	1208	1,916	1,917	1408	1,941	1,942
1100	2,064	2,063	1209	2,064	2,071	1409	1,985	1,987
1101	2,051	2,052	1300	2,000	1,999	1500	2,051	2,053
1102	2,081	2,081	1301	2,021	2,025	1501	2,004	2,004
1103	2,010	2,004	1302	1,937	1,940	1502	2,016	2,018
1104	2,093	2,084	1303	2,027	2,029	1503	2,071	2,077
1105	1,886	1,874	1304	1,969	1,969	1504	2,157	2,147
1106	2,076	2,071	1305	2,061	2,062	1505	2,028	2,014
1107	2,043	2,043	1306	1,988	1,990	1506	1,946	1,955
1108	1,996	1,996	1307	1,997	2,000	1507	1,993	1,997
1109	1,987	1,986	1308	1,965	1,966	1508	2,000	2,002

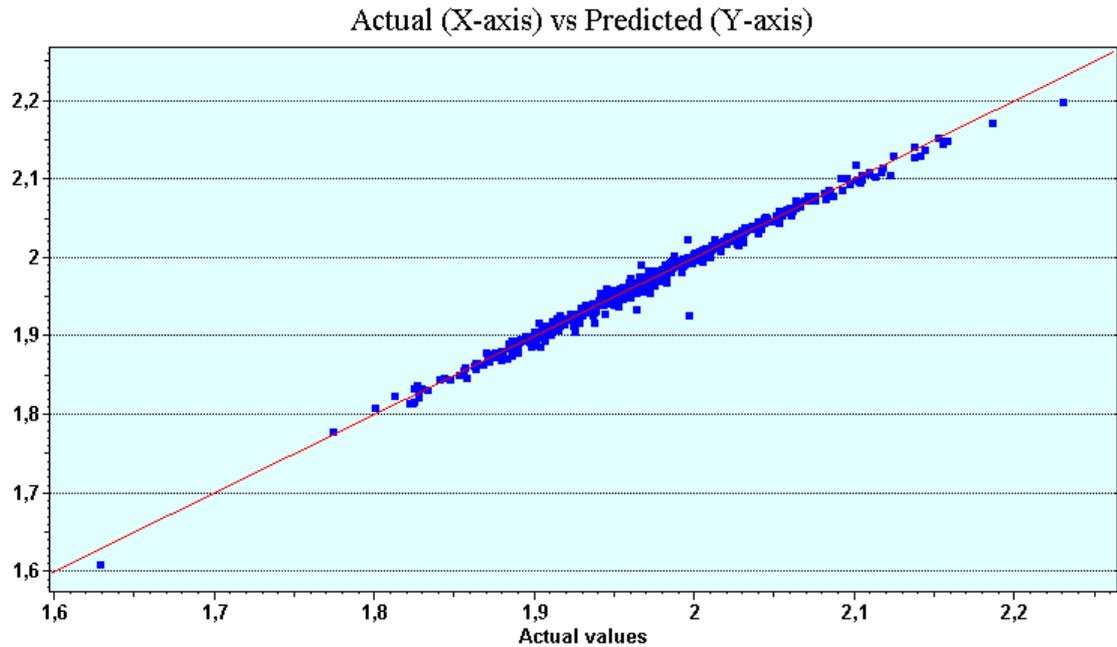


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Índice de Conversão Alimentar para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Índice de Conversão Alimentar obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,995010
Erro médio	0,006331
Correlação	0,995071
QME	0,000102
RQME	0,010101

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as previsões da variável Índice de Conversão Alimentar para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	2,126	2,114	270	2,138	2,133	600	2,087	2,086
2	1,940	1,935	271	1,874	1,874	601	2,150	2,140
3	2,022	2,011	272	1,964	1,963	602	1,982	1,988
4	2,059	2,060	273	1,936	1,936	603	2,060	2,062
5	2,105	2,112	274	1,996	1,998	604	2,126	2,128
6	1,913	1,910	275	1,721	1,739	605	2,177	2,177
7	2,054	2,053	276	1,970	1,974	606	2,094	2,094
8	2,018	2,020	277	1,962	1,965	607	2,156	2,153
9	1,959	1,960	278	1,964	1,968	608	2,204	2,196
10	2,102	2,098	279	1,978	1,981	800	1,994	2,003
50	2,006	2,003	410	1,853	1,852	801	1,941	1,929
51	2,020	2,020	411	2,108	2,102	802	1,863	1,879
52	1,975	1,971	412	1,966	1,967	803	1,862	1,857
53	2,089	2,084	413	1,937	1,943	804	1,988	1,989
54	1,990	1,990	414	1,969	1,969	805	1,915	1,897
55	1,913	1,917	415	1,997	1,992	806	1,897	1,900
56	1,961	1,952	416	2,009	1,993	807	1,903	1,897
57	1,920	1,916	417	1,977	1,981	808	1,977	1,965
58	1,988	1,998	418	2,024	2,022	809	1,907	1,900

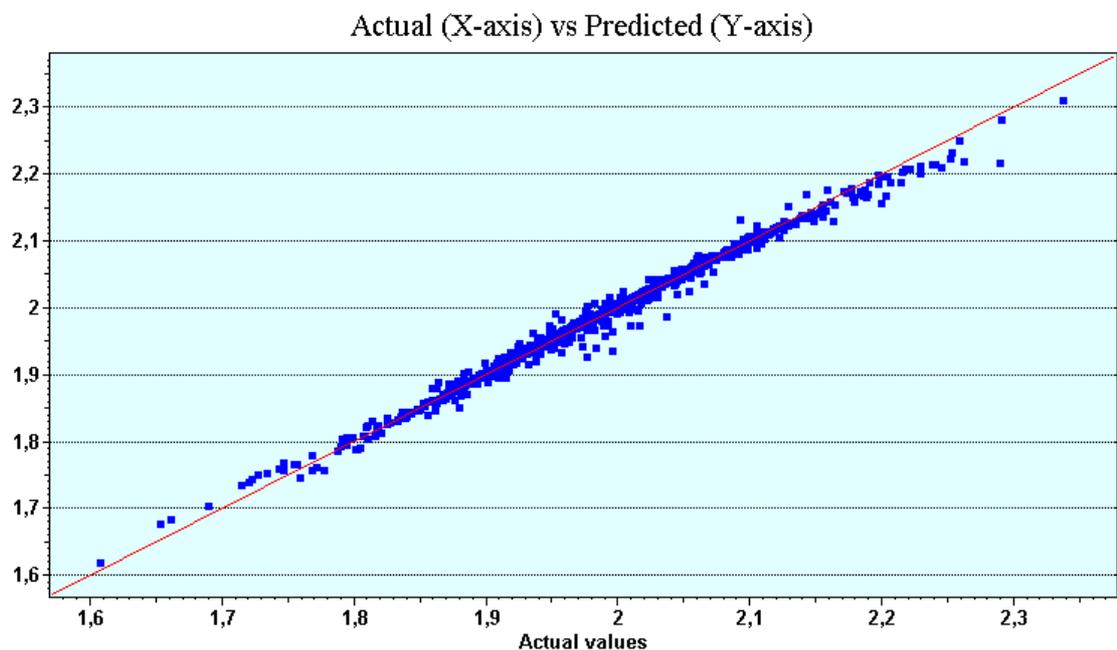


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Índice de Conversão Alimentar para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE C – Quilogramas de frango (KGS FRANGO)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUILOGRAMAS DE FRANGO (KGS FRANGO)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas de Frango (KGS FRANGO)

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,998926
Erro médio	317,0008
Correlação	0,999463
QME	237382,3
RQME	487,2189

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,703
Aves abatidas (AVES ABATE)	0,201
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,050
Índice de Eficiência (IEF)	0,046

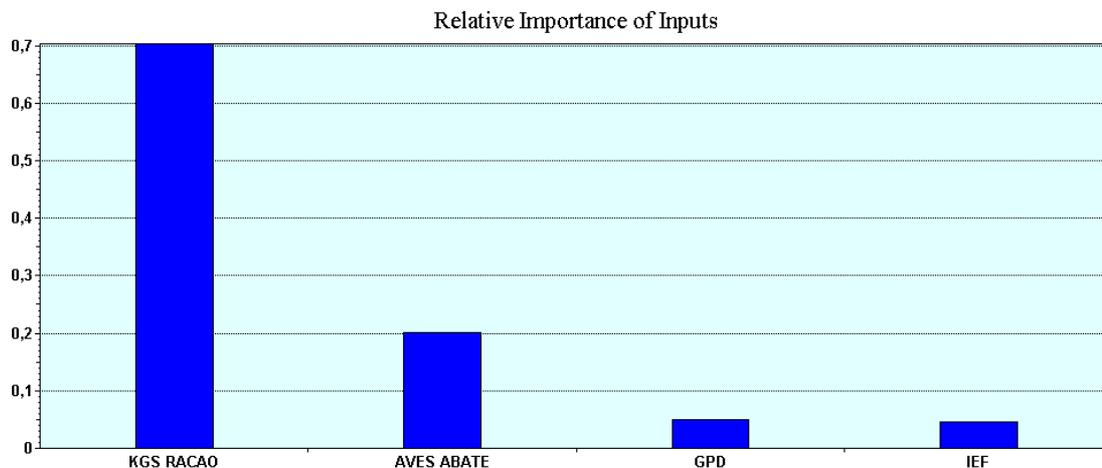


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quilogramas de Frango (KGS FRANGO).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999149
Erro médio	288,4525
Correlação	0,999621
QME	189939,9
RQME	435,8210

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	38290	38410	1200	26190	25818	1400	29420	29644
1002	41070	40895	1201	31960	32094	1401	27110	26427
1003	36680	36494	1202	21050	20791	1402	12640	12575
1004	19320	19401	1203	15490	15294	1403	14770	14772
1005	17560	17700	1204	20670	20688	1404	16260	16454
1006	38850	38902	1205	25370	25010	1405	16280	16513
1007	24600	24906	1206	41550	40764	1406	20390	20773
1008	25570	24959	1207	16270	16450	1407	30910	30983
1009	55190	53752	1208	20430	20100	1408	34230	34085
1100	24330	24163	1209	15240	14813	1409	47950	47927
1101	27380	27377	1300	22210	22171	1500	14400	14226
1102	26770	27030	1301	16650	16614	1501	29520	29723
1103	13590	13348	1302	29330	29127	1502	34000	34277
1104	17460	17753	1303	31120	31430	1503	15610	15460
1105	15230	15467	1304	29990	30104	1504	13940	13623
1106	16350	16281	1305	30050	30390	1505	11430	10916
1107	16840	16636	1306	25740	25715	1506	25410	24937
1108	36990	36732	1307	28180	28434	1507	27520	27897
1109	26620	26619	1308	29230	29009	1508	28010	27977

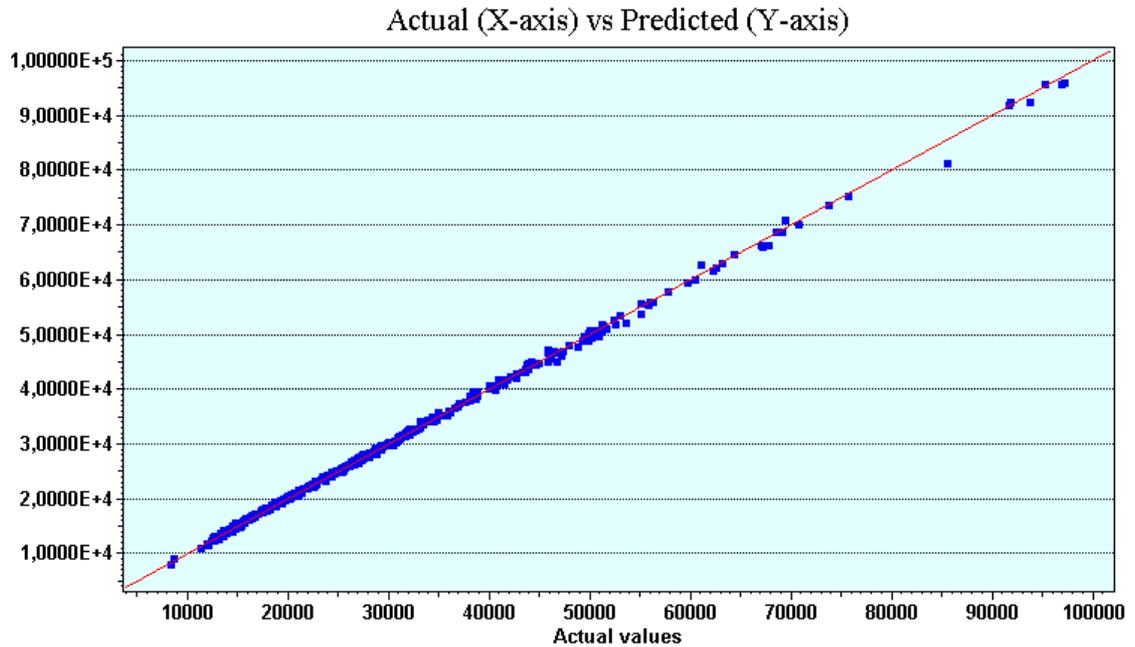


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,998586
Erro médio	403,5913
Correlação	0,999300
QME	338429,8
RQME	581,7473

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	24220	24445	270	23780	24148	600	18830	18558
2	16450	16677	271	47640	46228	601	15590	15092
3	96760	96734	272	44150	44019	602	17170	17452
4	25380	25202	273	37270	36312	603	26460	25883
5	8400	7902	274	34130	34729	604	15080	14369
6	27500	27292	275	22430	24312	605	30490	30735
7	41840	42214	276	25870	26108	606	24210	23614
8	25330	25462	277	21580	21520	607	19360	19377
9	39300	39194	278	14820	14868	608	18280	18099
10	23920	24106	279	13300	13238	800	13090	12884
50	44520	45061	410	22920	23183	801	15370	15954
51	22740	22753	411	24610	24771	802	85190	83209
52	50730	50230	412	25880	25737	803	32680	32400
53	13950	13334	413	22610	22314	804	15480	15537
54	29920	29946	414	37310	37743	805	15770	16358
55	39350	39628	415	57710	58326	806	26530	26538
56	14970	15475	416	58850	58689	807	16360	16953
57	24280	23602	417	26450	26331	808	16080	16652
58	19180	19134	418	21510	21339	809	18030	18357

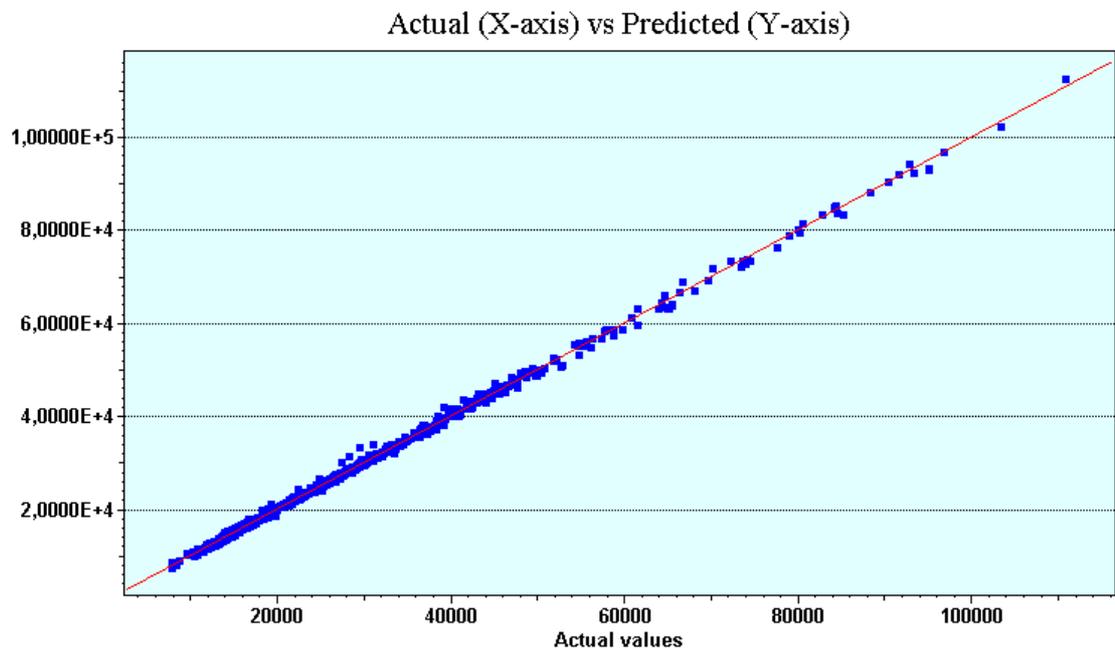


Figura 3 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Frango (KGS FRANGO) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE D – Quilogramas de ração (KGS RACAO)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR :

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUILOGRAMAS DE RAÇÃO (KGS RACAO)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas de Ração (KGS RACAO).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,998615
Erro médio	613,7955
Correlação	0,999307
QME	1,26E+06
RQME	1121,999

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Frango (KGS FRANGO)	0,940
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,060

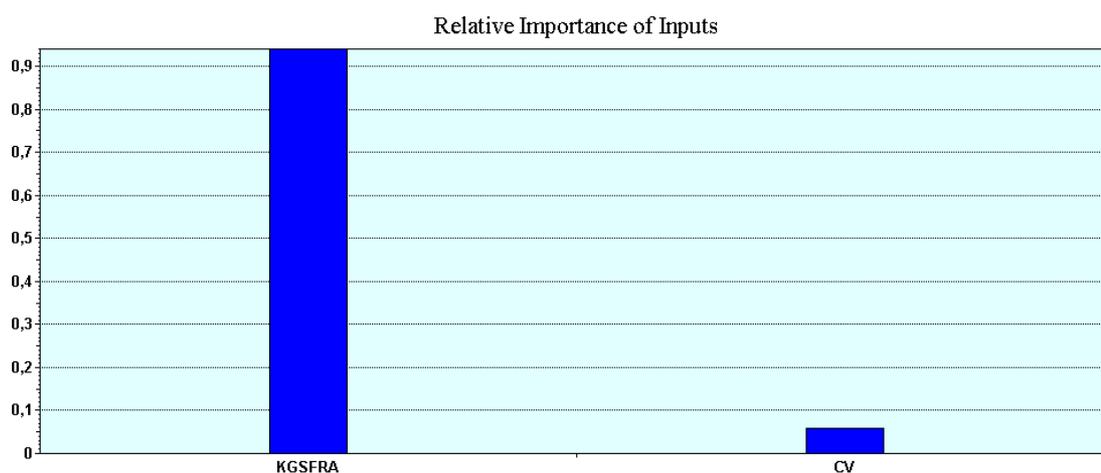


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quilogramas de Ração (KGS RACAO).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quilogramas de Ração (KGS RACAO) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,998523
Erro médio	678,1752
Correlação	0,999532
QME	1,27E+06
RQME	1128,856

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração (KGS RACAO) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	75368	76018	1200	51820	51956	1400	55605	56248
1002	79810	80989	1201	66310	65938	1401	51900	52197
1003	72270	72830	1202	40610	40381	1402	25328	25326
1004	38760	38809	1203	32290	33063	1403	27620	26290
1005	35250	35294	1204	42480	42738	1404	31820	31442
1006	78710	78581	1205	49675	49787	1405	32640	32671
1007	50020	50096	1206	79348	81137	1406	42035	42348
1008	47825	48010	1207	32310	32180	1407	62515	62514
1009	106965	109262	1208	39150	38812	1408	66450	67184
1100	50206	50321	1209	31460	32041	1409	95190	95866
1101	56163	56133	1300	44410	44472	1500	29540	30029
1102	55720	55649	1301	33643	33811	1501	59149	59272
1103	27310	27385	1302	56798	57231	1502	68558	68579
1104	36550	37223	1303	63083	63060	1503	32332	32958
1105	28730	27612	1304	59044	59351	1504	30075	31730
1106	33950	34570	1305	61930	61750	1505	23177	23487
1107	34410	34738	1306	51180	51274	1506	49440	49570
1108	73850	74097	1307	56280	56404	1507	54860	54978
1109	52907	53019	1308	57440	57723	1508	56014	56137

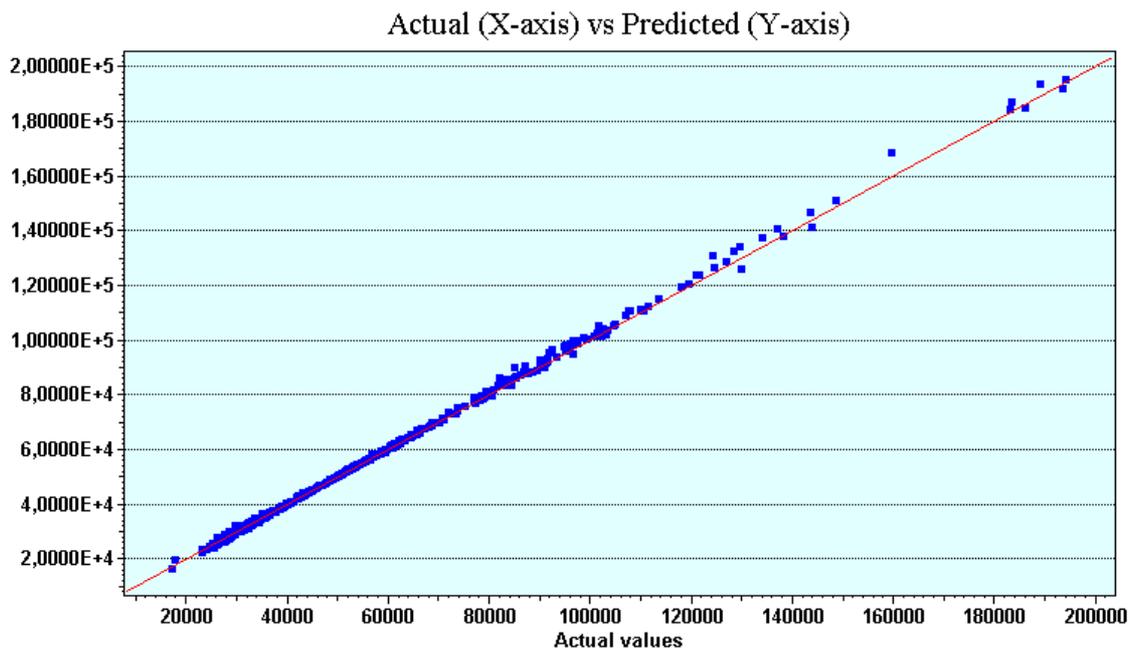


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração (KGS RACAO) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quilogramas de Ração (KGS RACAO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,998281
Erro médio	767,5745
Correlação	0,999160
QME	1,67E+06
RQME	1291,547

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração (KGS RACAO) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	51498	51636	270	50850	51048	600	39300	39830
2	31920	31403	271	89258	92493	601	33517	34874
3	195630	194942	272	86700	87704	602	34030	33891
4	52270	52309	273	72170	73174	603	54510	54506
5	17680	19300	274	68140	68345	604	32060	33254
6	52600	52956	275	38610	38005	605	66374	65508
7	85926	85287	276	50965	51090	606	50685	50823
8	51118	51193	277	42350	42264	607	41740	42605
9	77001	77826	278	29100	28719	608	40280	41622
10	50280	50438	279	26310	26009	800	26100	25983
50	89310	89488	410	42460	42259	801	29830	29255
51	45930	46034	411	51890	51974	802	158700	167736
52	100182	101209	412	50870	51011	803	60860	62110
53	29142	30065	413	43800	43716	804	30778	30641
54	59540	59730	414	73480	74072	805	30200	29416
55	75290	76787	415	115260	115791	806	50330	50609
56	29353	28946	416	118220	118381	807	31130	30305
57	44571,5	46654	417	52287	52430	808	31796	31575
58	38135	38082	418	43530	43659	809	34390	33763

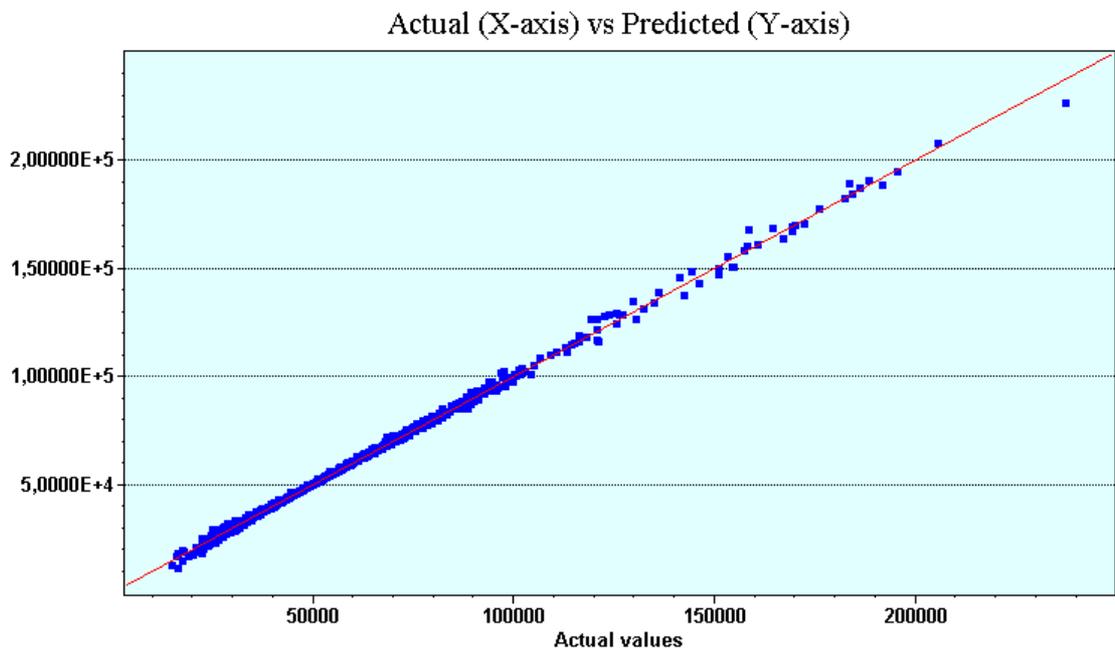


Figura 3 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração (KGS RACAO) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE E – Peso médio (PM)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: PESO MÉDIO (PM)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Peso Médio (PM).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,996006
Erro médio	0,009718
Correlação	0,998001
QME	0,000227
RQME	0,015069

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,604
Aves abatidas (AVES ABATE)	0,330
Quilogramas de Frango (KGSFRANGO)	0,066

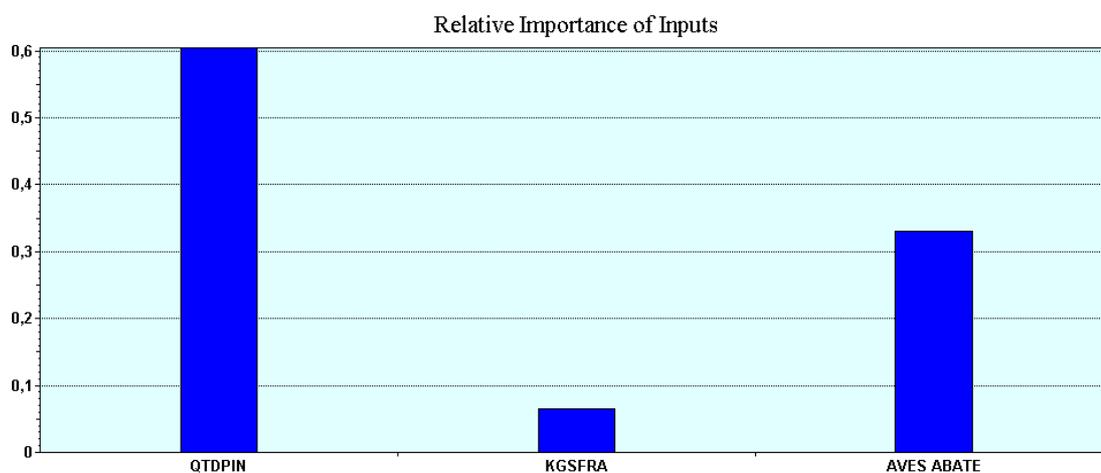


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Peso Médio (PM).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Peso Médio (PM) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,966389
Erro médio	0,016990
Correlação	0,983282
QME	0,000712
RQME	0,026693

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Peso Médio (PM) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	2,409	2,395	1200	2,490	2,487	1400	2,404	2,393
1002	2,382	2,364	1201	2,661	2,665	1401	2,359	2,351
1003	2,541	2,543	1202	2,761	2,730	1402	2,457	2,478
1004	2,475	2,478	1203	2,486	2,493	1403	2,453	2,468
1005	2,607	2,591	1204	2,372	2,379	1404	2,649	2,621
1006	2,562	2,564	1205	2,574	2,571	1405	2,641	2,616
1007	2,431	2,429	1206	2,449	2,440	1406	2,497	2,497
1008	2,421	2,417	1207	2,581	2,568	1407	2,597	2,600
1009	2,533	2,536	1208	2,481	2,482	1408	2,499	2,496
1100	2,575	2,572	1209	2,504	2,504	1409	2,548	2,552
1101	2,282	2,270	1300	2,591	2,585	1500	2,402	2,430
1102	2,447	2,443	1301	2,573	2,561	1501	2,514	2,511
1103	2,462	2,479	1302	2,326	2,311	1502	2,587	2,592
1104	2,666	2,639	1303	2,515	2,512	1503	2,555	2,544
1105	2,591	2,575	1304	2,483	2,478	1504	2,303	2,354
1106	2,531	2,528	1305	2,439	2,433	1505	2,049	2,180
1107	2,512	2,512	1306	2,349	2,340	1506	2,215	2,206
1108	2,451	2,441	1307	2,333	2,321	1507	2,237	2,212
1109	2,598	2,597	1308	2,598	2,599	1508	2,385	2,376

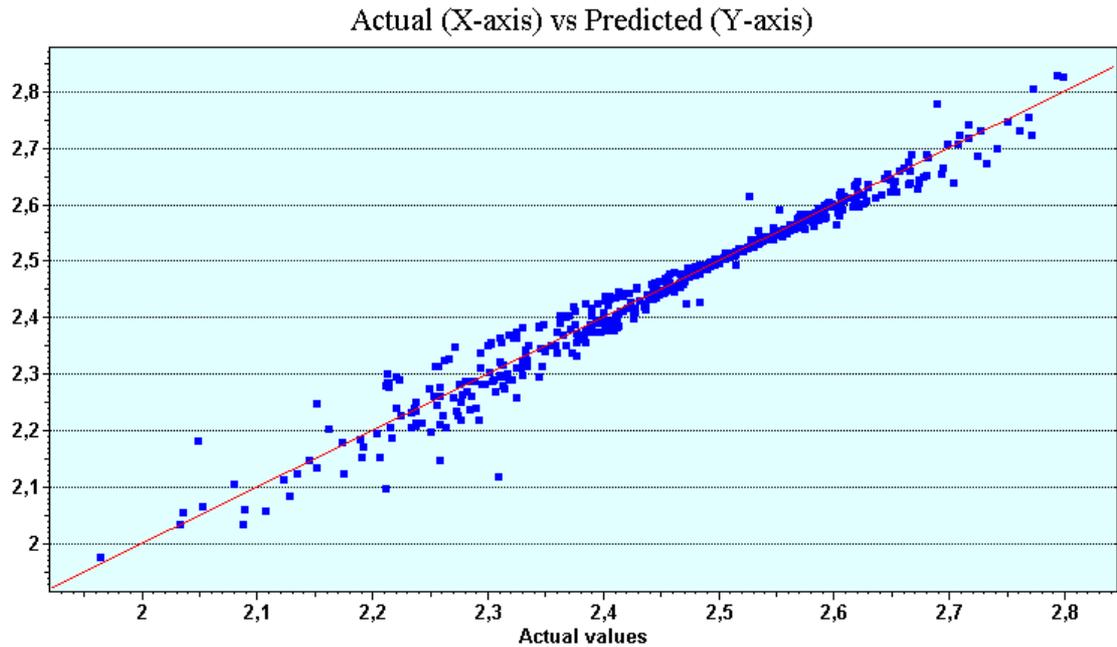


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Peso Médio (PM) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Peso Médio (PM) obtido pelos 889 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,959228
Erro médio	0,029240
Correlação	0,979437
QME	0,002894
RQME	0,053794

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as previsões da variável Peso Médio (PM) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	2,198	2,193	270	2,612	2,600	600	2,361	2,346
2	2,689	2,652	271	2,597	2,601	601	2,687	2,698
3	2,547	2,567	272	2,475	2,471	602	1,964	1,975
4	2,515	2,508	273	2,569	2,568	603	2,514	2,523
5	2,553	2,539	274	2,462	2,456	604	2,748	2,779
6	2,558	2,557	275	1,483	1,472	605	2,344	2,191
7	2,431	2,421	276	2,173	2,157	606	3,059	3,372
8	2,533	2,529	277	2,172	2,174	607	2,611	2,609
9	2,461	2,453	278	2,499	2,503	608	2,840	3,031
10	2,245	2,240	279	2,434	2,459	800	2,626	2,593
50	2,154	2,093	410	2,122	2,069	801	2,674	2,637
51	2,393	2,394	411	2,286	2,234	802	2,617	2,594
52	2,448	2,439	412	2,316	2,320	803	2,713	2,673
53	2,246	2,308	413	2,216	2,173	804	2,701	2,720
54	2,534	2,531	414	1,998	2,032	805	2,325	2,302
55	2,201	2,150	415	2,280	2,352	806	2,437	2,426
56	2,517	2,518	416	2,399	2,398	807	2,523	2,518
57	2,568	2,565	417	2,487	2,485	808	2,180	2,221
58	2,471	2,472	418	2,097	2,084	809	2,670	2,632

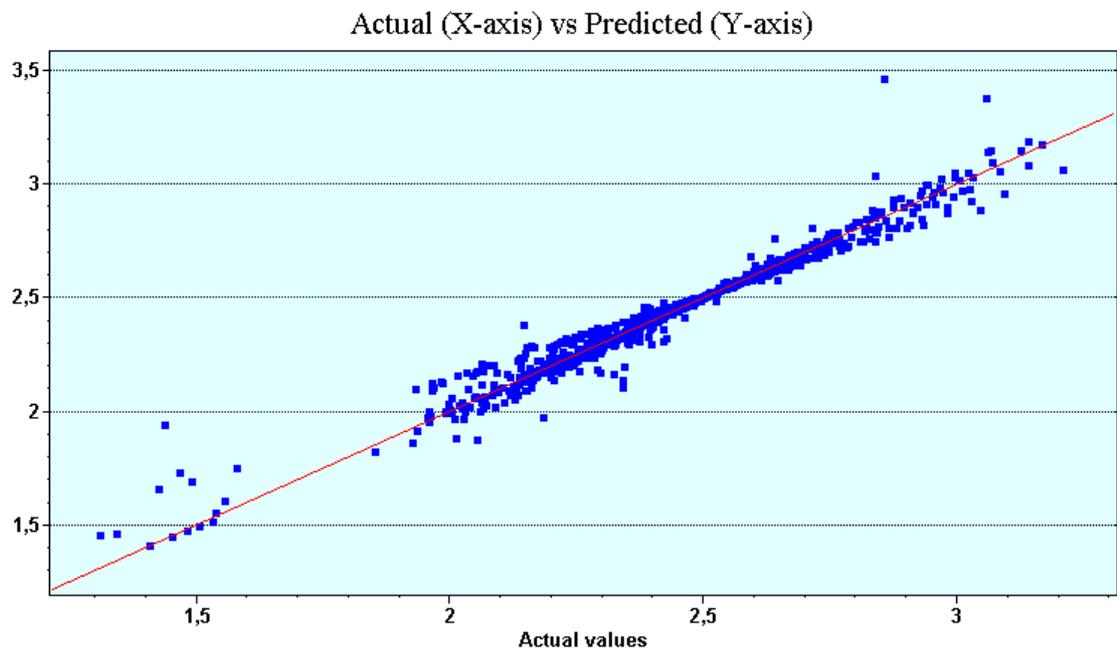


Figura 3 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Peso Médio (PM) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE F – Quantidade de pintos (QTDPIN)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUANTIDADE DE PINTOS (QTDPIN)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quantidade de Pintos (QTDPIN)

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999906
Erro médio	36,44484
Correlação	0,999953
QME	3480,517
RQME	58,99591

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Frango (KGS FRANGO)	0,528
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,143
Quilogramas de Ração (KGS RAÇÃO)	0,125
Peso Médio (PM)	0,097
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,075
Viabilidade (VIABIL)	0,022
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,006
Idade (IDADE)	0,003

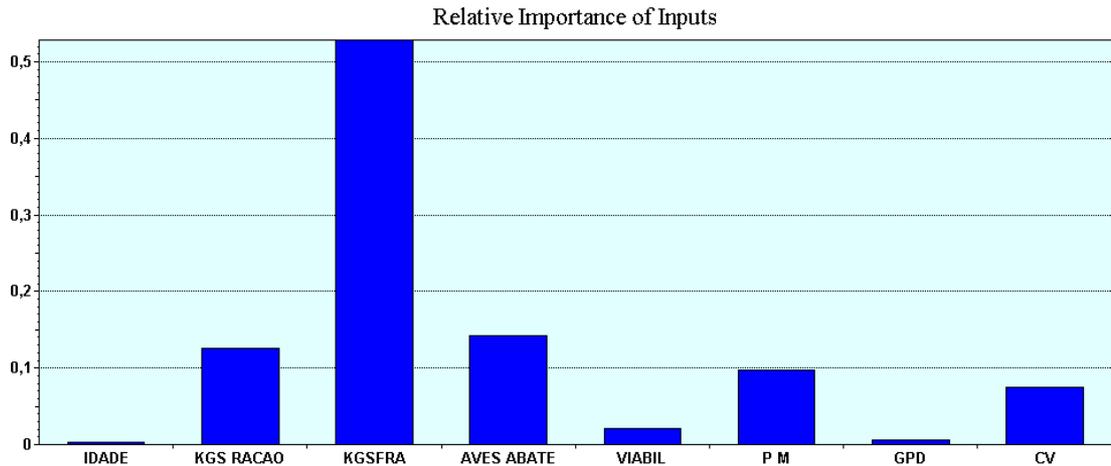


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quantidade de Pintos (QTDPIN).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quantidade de Pintos (QTDPIN) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,999885
Erro médio	40,43093
Correlação	0,999946
QME	4697,104
RQME	68,53542

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Quantidade de Pintos (QTDPIN) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	16500	16499	1200	11000	11012	1400	12500	12513
1002	18000	17964	1201	12600	12597	1401	12100	12097
1003	14926	14930	1202	8000	8027	1402	5300	5242
1004	8000	7948	1203	6500	6489	1403	6300	6357
1005	7000	7005	1204	9000	8975	1404	6300	6274
1006	16000	15937	1205	10300	10315	1405	6300	6220
1007	10420	10406	1206	17512	17509	1406	8400	8355
1008	11135	11133	1207	6500	6474	1407	12300	12306
1009	23691	23248	1208	8500	8513	1408	14100	14108
1100	9800	9804	1209	6500	6599	1409	19300	19384
1101	12500	12520	1300	8864	8859	1500	6300	6324
1102	11300	11303	1301	6800	6846	1501	12000	12009
1103	5700	5664	1302	13000	13022	1502	13500	13519
1104	6734	6659	1303	12700	12717	1503	6500	6576
1105	6000	5982	1304	12400	12406	1504	6400	6417
1106	6700	6668	1305	12800	12805	1505	5700	5587
1107	7000	7013	1306	11200	11208	1506	12300	12286
1108	16000	15931	1307	12500	12505	1507	12500	12530
1109	10500	10490	1308	11600	11602	1508	12500	12472

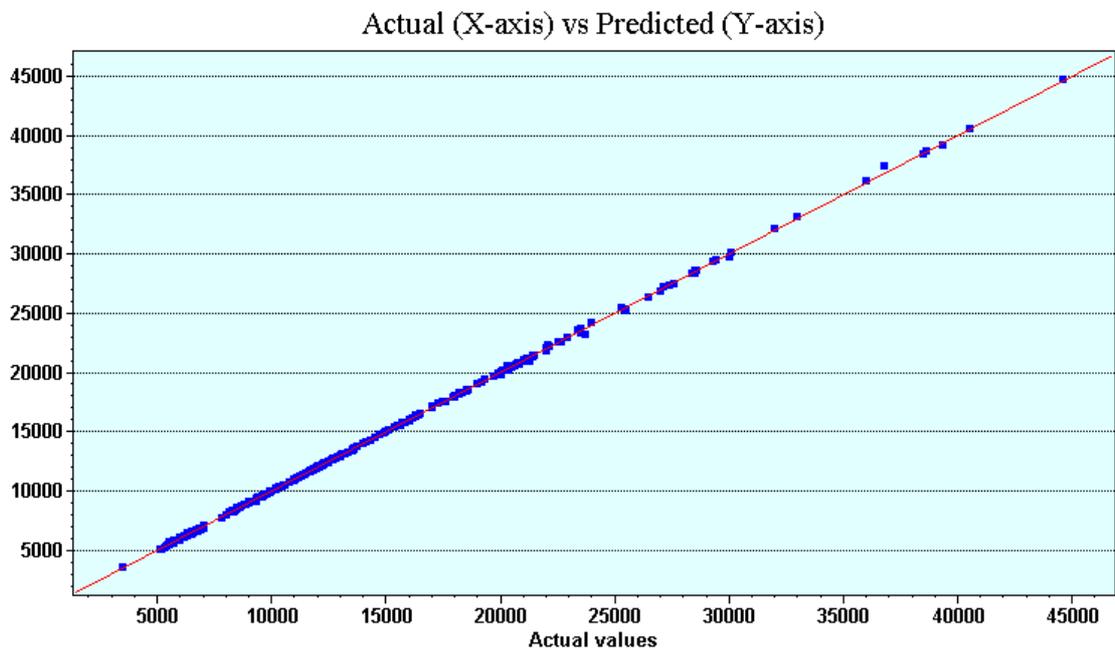


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quantidade de Pintos (QTDPIN) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quantidade de Pintos (QTDPIN) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999814
Avg error	52,36477
Correlação	0,999907
QME	8272,749
RQME	90,78958

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Quantidade de Pintos (QTDPIN) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	12000	11928	270	9700	9700	600	6500	6567
2	6300	6300	271	18600	18601	601	6000	6032
3	40000	39828	272	18600	18557	602	6000	6038
4	10763	10775	273	15400	15314	603	9000	9025
5	3500	3629	274	14300	14312	604	6400	6534
6	11000	10994	275	15600	15308	605	10000	10037
7	18030	18035	276	12400	12401	606	8500	8553
8	10500	10499	277	10206	10207	607	6300	6393
9	16500	16515	278	6200	6245	608	6300	6474
10	11000	11008	279	5700	5729	800	6119	6171
50	21120	21298	410	10909	10918	801	6200	6131
51	9782	9767	411	11700	11676	802	37000	36752
52	21800	21692	412	10700	10704	803	13200	13205
53	6500	6504	413	10000	10023	804	6500	6508
54	12000	12016	414	18500	18513	805	6200	6113
55	18300	18382	415	26000	26144	806	10500	10494
56	6100	6038	416	28000	27942	807	6500	6489
57	9700	9599	417	12000	12031	808	6500	6400
58	8270	8330	418	9500	9479	809	7500	7471

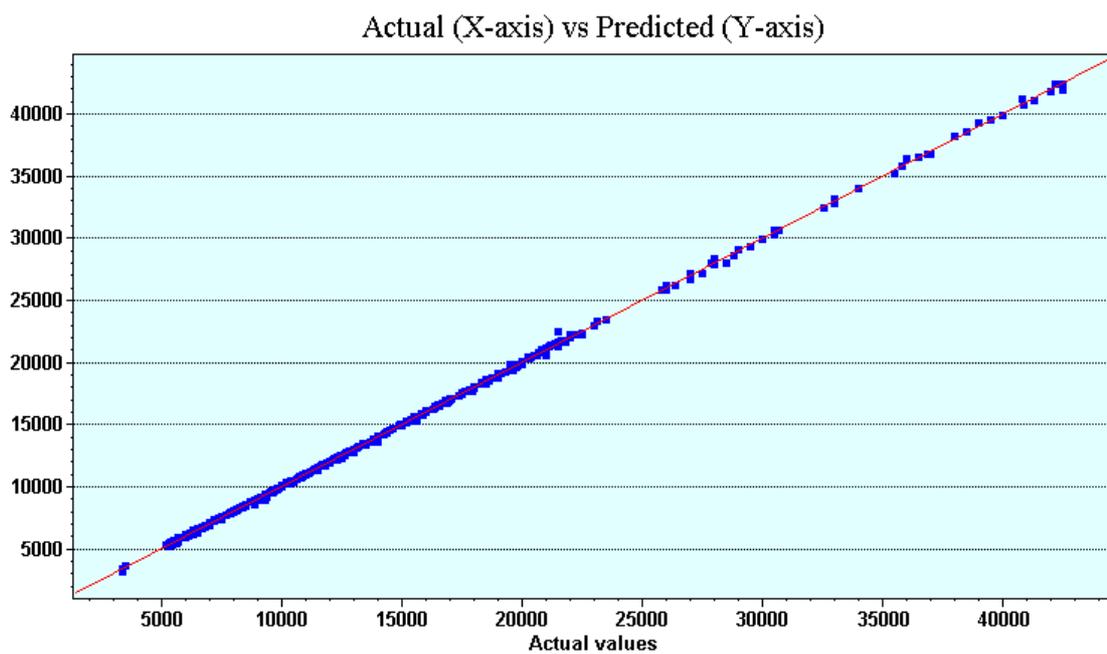


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quantidade de Pintos (QTDPIN) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE G – Custo por ave (R\$ AVE)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR :

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO POR AVE (R\$ AVE)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo por Ave (R\$ AVE)

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999942
Erro médio	0,001067
Correlação	0,999971
QME	0,000002
RQME	0,001459

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,433
Quilogramas Líquidos de Frango (KGSLIQU)	0,251
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,233
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,078
Custo do Quilograma (R\$ CUSTO KG)	0,003
Peso Médio (PM)	0,001

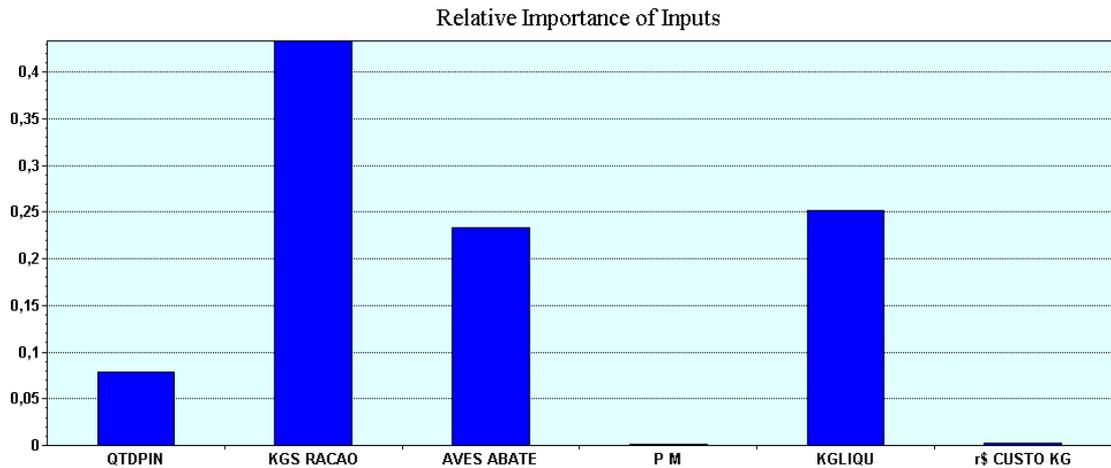


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo por Ave (R\$ AVE).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo por Ave (R\$ AVE) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,994831
Erro médio	0,008246
Correlação	0,998624
QME	0,000113
RQME	0,010629

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Custo por Ave (R\$ AVE) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	2,350	2,352	1200	2,320	2,319	1400	2,605	2,582
1002	2,319	2,323	1201	2,538	2,528	1401	2,440	2,443
1003	2,438	2,430	1202	2,524	2,514	1402	2,561	2,545
1004	2,475	2,466	1203	2,313	2,309	1403	2,462	2,457
1005	2,530	2,525	1204	2,188	2,190	1404	2,631	2,621
1006	2,502	2,495	1205	2,622	2,613	1405	2,690	2,676
1007	2,420	2,416	1206	2,243	2,242	1406	2,567	2,554
1008	2,292	2,294	1207	2,324	2,320	1407	2,682	2,667
1009	2,451	2,447	1208	2,194	2,195	1408	2,608	2,593
1100	2,493	2,485	1209	2,310	2,310	1409	2,620	2,605
1101	2,228	2,235	1300	2,578	2,568	1500	2,558	2,543
1102	2,367	2,362	1301	2,627	2,619	1501	2,615	2,598
1103	2,319	2,316	1302	2,301	2,303	1502	2,668	2,650
1104	2,537	2,530	1303	2,601	2,586	1503	2,666	2,657
1105	2,362	2,357	1304	2,515	2,506	1504	2,603	2,571
1106	2,435	2,429	1305	2,577	2,569	1505	2,175	2,154
1107	2,392	2,388	1306	2,432	2,423	1506	2,309	2,327
1108	2,296	2,298	1307	2,433	2,431	1507	2,369	2,360
1109	2,434	2,426	1308	2,665	2,650	1508	2,394	2,398

Actual (X-axis) vs Predicted (Y-axis)

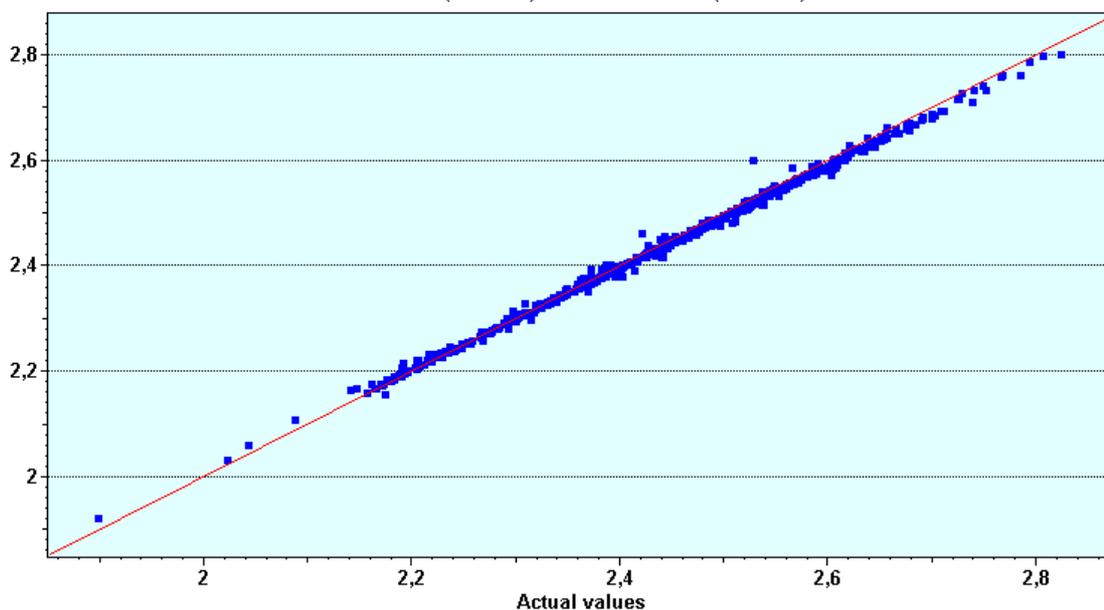


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Custo por Ave (R\$ AVE) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo por Ave (R\$ AVE) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,993847
Erro médio	0,011924
Correlação	0,998031
QME	0,000397
RQME	0,017247

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Custo por Ave (R\$ AVE) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	2,240	2,265	270	2,820	2,809	600	2,418	2,431
2	2,636	2,627	271	2,569	2,550	601	2,569	2,554
3	2,649	2,666	272	2,565	2,559	602	2,295	2,338
4	2,674	2,669	273	2,602	2,595	603	2,497	2,494
5	2,646	2,637	274	2,556	2,546	604	2,691	2,670
6	2,536	2,526	275	1,524	1,597	605	2,348	2,334
7	2,579	2,580	276	2,263	2,275	606	3,040	2,970
8	2,707	2,696	277	2,252	2,254	607	2,643	2,640
9	2,485	2,480	278	2,516	2,510	608	2,755	2,715
10	2,488	2,472	279	2,473	2,464	800	2,577	2,576
50	2,288	2,284	410	2,313	2,341	801	2,601	2,596
51	2,494	2,483	411	2,323	2,322	802	2,608	2,599
52	2,499	2,500	412	2,361	2,354	803	2,646	2,635
53	2,421	2,402	413	2,340	2,366	804	2,635	2,617
54	2,558	2,544	414	2,204	2,248	805	2,436	2,430
55	2,255	2,260	415	2,581	2,534	806	2,443	2,438
56	2,556	2,546	416	2,463	2,459	807	2,585	2,579
57	2,602	2,587	417	2,480	2,474	808	2,221	2,234
58	2,732	2,718	418	2,197	2,225	809	2,689	2,681

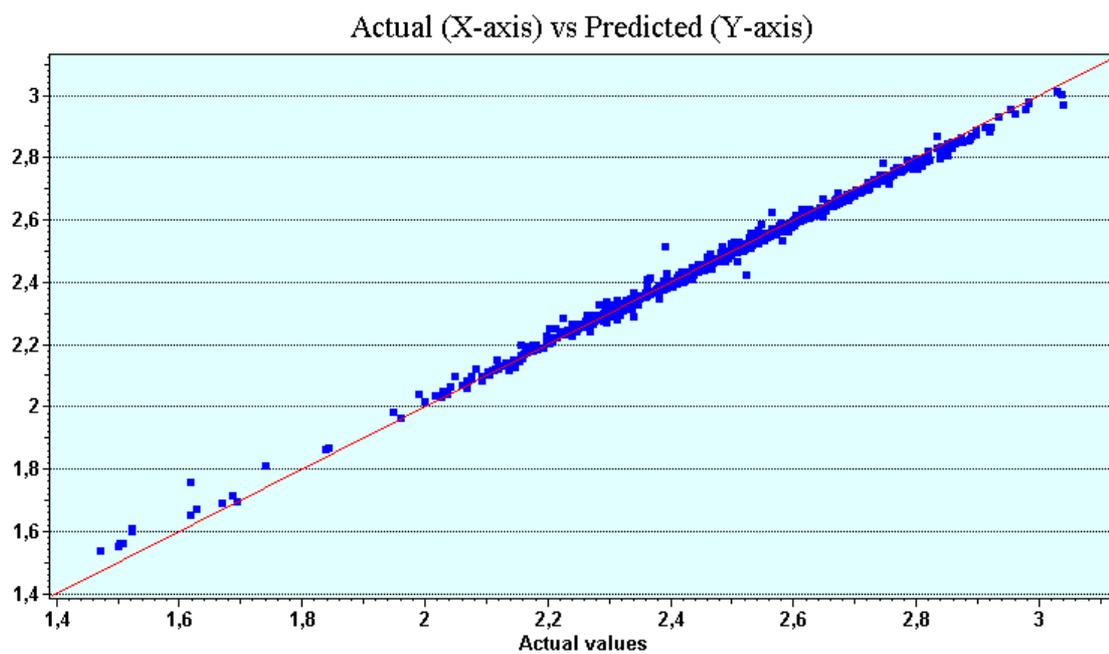


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo por Ave (R\$ AVE) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE H – Custo total do frango (R\$ FRANGO)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO TOTAL DO FRANGO (R\$ FRANGO)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo Total do Frango (R\$ FRANGO).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999001
Erro médio	215,0799
Correlação	0,999500
QME	142066,5
RQME	376,9171

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,676
Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS)	0,169
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,083
Quilogramas Líquidos de Frango (KGSLIQU)	0,039
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,032

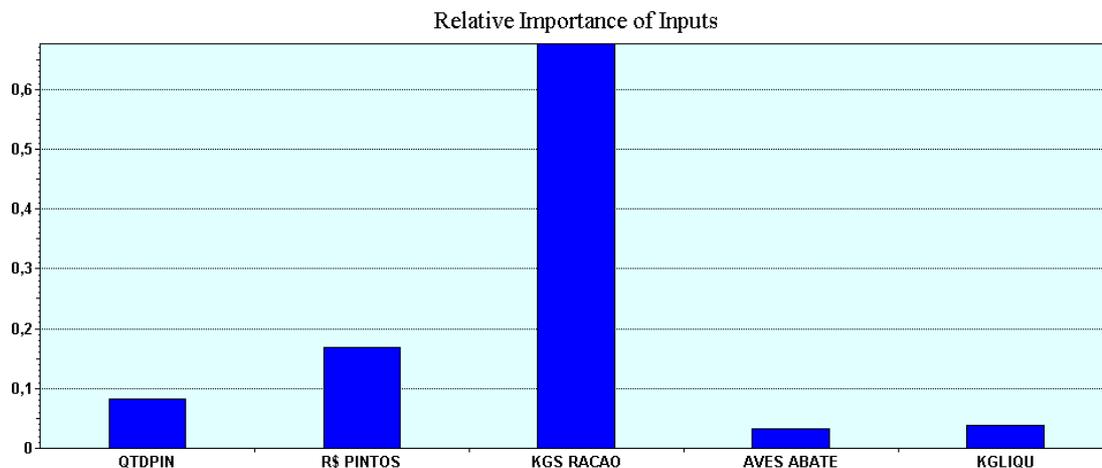


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo Total do Frango (R\$ FRANGO).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999254
Erro médio	259,7276
Correlação	0,999741
QME	111383,1
RQME	333,7410

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	31404,45	31534,18	1200	21649,38	21497,00	1400	23014,36	23432,83
1002	33631,64	33692,42	1201	27310,90	27473,76	1401	22378,99	22114,79
1003	29399,85	29782,62	1202	17178,17	17020,07	1402	10605,75	10421,82
1004	16203,02	15919,13	1203	13070,54	13161,26	1403	11563,57	11680,65
1005	14347,55	14348,37	1204	17308,20	17555,98	1404	12762,80	12943,28
1006	31855,75	32312,05	1205	20157,33	20493,16	1405	12989,28	13178,41
1007	20470,18	20601,43	1206	33874,01	33870,63	1406	17146,69	17114,28
1008	20183,09	20632,06	1207	13055,46	13188,71	1407	25848,04	25417,10
1009	44935,43	45586,46	1208	16034,18	16332,24	1408	28243,17	28631,33
1100	20587,74	20451,74	1209	12753,32	12929,68	1409	39073,22	39857,23
1101	23808,39	23544,38	1300	17836,78	18112,52	1500	12273,44	12226,05
1102	22762,52	22783,13	1301	13543,57	13756,00	1501	24584,23	24218,63
1103	11139,36	11234,81	1302	23743,73	24038,13	1502	27924,39	27879,07
1104	14480,04	14580,08	1303	26018,24	25777,07	1503	13294,70	13194,49
1105	11704,82	11852,84	1304	24490,84	24411,97	1504	12637,10	12417,42
1106	13673,74	13771,72	1305	25470,79	25469,48	1505	9795,83	9940,90
1107	14075,16	14191,84	1306	21197,53	21359,33	1506	21268,68	21460,31
1108	30406,87	30836,85	1307	23259,18	23599,76	1507	23207,78	22997,98
1109	21672,13	21553,41	1308	23755,67	24022,03	1508	22956,46	23427,74

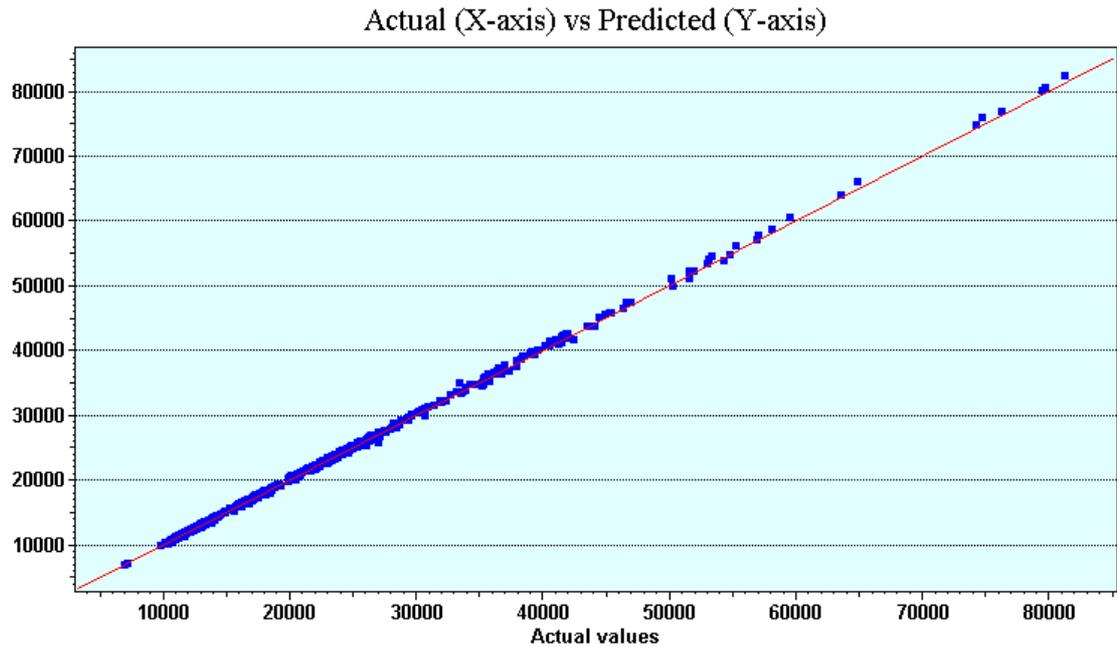


Figura 2 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,998922
Erro médio	308,0446
Correlação	0,999462
QME	185254,8
RQME	430,4123

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as previsões da variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	21481,34	21882,73	270	20882,27	20495,82	600	23576,54	23232,35
2	12909,16	12982,71	271	37273,01	36923,56	601	26463,70	26741,28
3	80512,03	80515,61	272	36780,79	36111,06	602	20172,87	19312,35
4	21257,94	21504,42	273	30536,46	30064,02	603	61578,74	60214,09
5	7121,52	7155,37	274	28258,99	28319,54	604	38580,81	36926,76
6	21428,46	21745,06	275	19450,00	19936,47	605	69010,76	67113,28
7	35954,93	35520,82	276	21531,06	21925,09	606	65273,30	63211,75
8	21623,98	21463,99	277	18007,51	18145,29	607	41057,18	38823,18
9	32314,12	32742,92	278	12095,58	12061,36	608	62862,08	62416,97
10	21856,94	21410,90	279	10832,08	10940,58	800	11997,45	12218,14
50	38593,96	38981,17	410	33689,42	31970,79	801	12424,03	12627,19
51	18891,99	19023,56	411	47931,46	48575,75	802	12854,84	13045,84
52	41422,91	41902,05	412	18173,53	18536,07	803	12691,15	12856,62
53	12322,03	12466,10	413	35587,41	34795,99	804	28645,32	29168,29
54	24126,03	24339,38	414	17709,30	17338,79	805	27615,56	27291,38
55	31977,07	32413,32	415	11245,51	11196,48	806	28344,61	28346,80
56	11968,47	12075,92	416	20169,31	20353,44	807	14025,75	14176,56
57	19273,63	18647,14	417	20196,89	20440,30	808	14373,96	14628,13
58	16094,25	16260,36	418	22203,64	22136,17	809	12323,24	12193,38

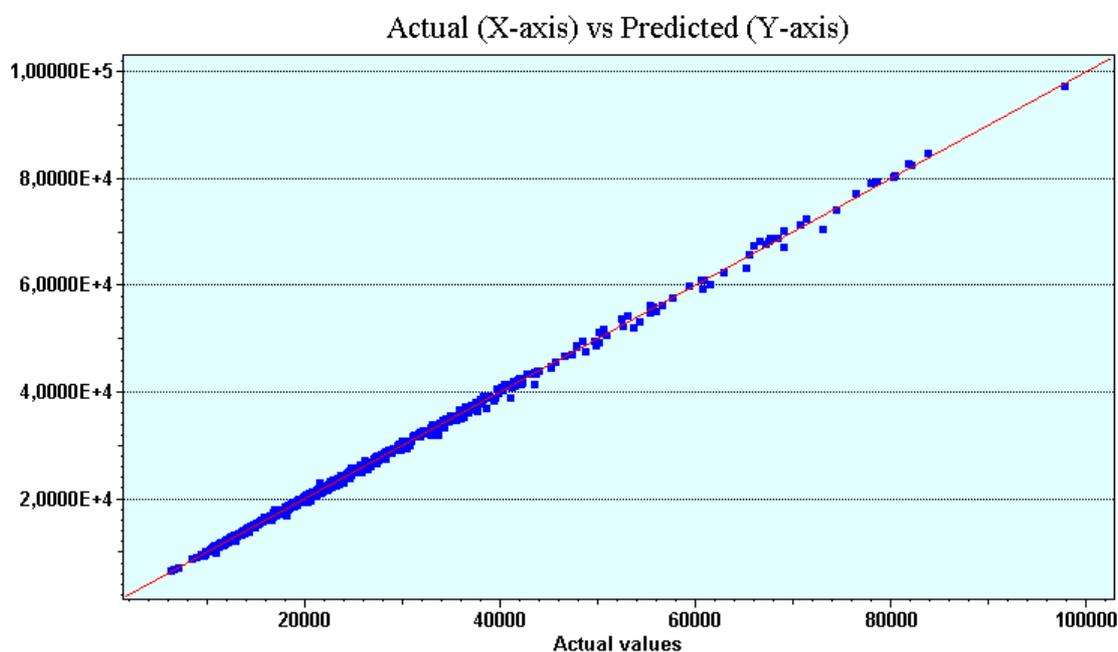


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE I – Custo do frete das aves (R\$ FRETE AVES)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO DO FRETE DAS AVES (R\$ FRETE AVES)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,993630
Erro médio	7,819484
Correlação	0,996810
QME	108,0587
RQME	10,39513

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Custo Total do Frango (R\$ FRANGO)	0,654
Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO)	0,235
Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS)	0,058
Custo Total da Ração (R\$ RACAO)	0,036
Custo Total a Parceria (R\$ PARCERIA)	0,015
Custo do Quilograma de Frango (R\$ CUSTO KG)	0,002
Custo por Ave (R\$ AVE)	0,000

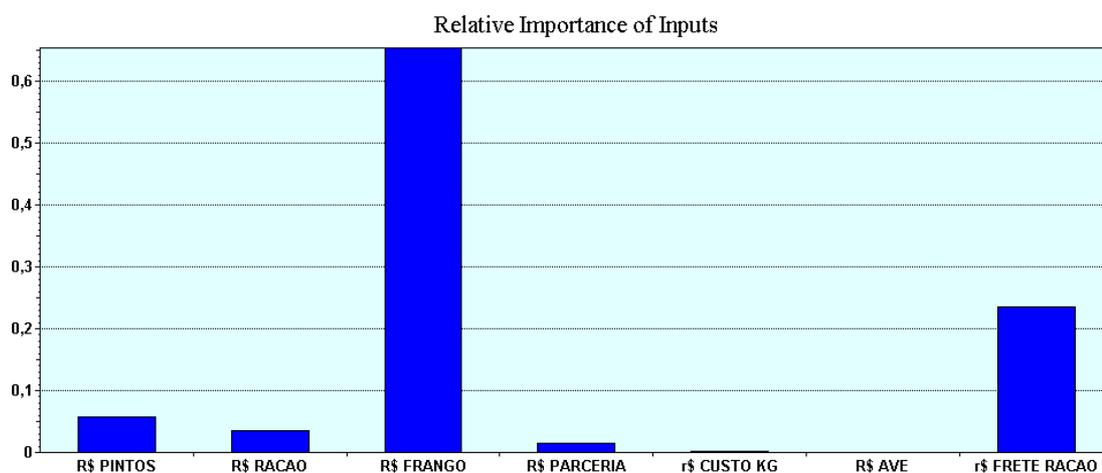


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,974039
Erro médio	13,47357
Correlação	0,988486
QME	596,7546
RQME	24,42856

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	335	341	1200	268	261	1400	268	316
1002	402	392	1201	335	331	1401	268	288
1003	335	332	1202	201	201	1402	134	135
1004	201	190	1203	134	154	1403	134	144
1005	134	134	1204	201	208	1404	134	146
1006	335	352	1205	268	261	1405	134	146
1007	201	219	1206	469	459	1406	201	205
1008	268	264	1207	134	136	1407	335	297
1009	469	456	1208	201	194	1408	335	352
1100	268	259	1209	134	135	1409	469	480
1101	268	265	1300	201	208	1500	134	151
1102	268	255	1301	134	148	1501	268	272
1103	134	130	1302	335	326	1502	335	334
1104	134	141	1303	335	307	1503	134	149
1105	134	130	1304	335	328	1504	134	162
1106	134	146	1305	335	337	1505	134	151
1107	201	192	1306	268	274	1506	268	282
1108	335	329	1307	268	299	1507	268	268
1109	268	254	1308	268	291	1508	335	323

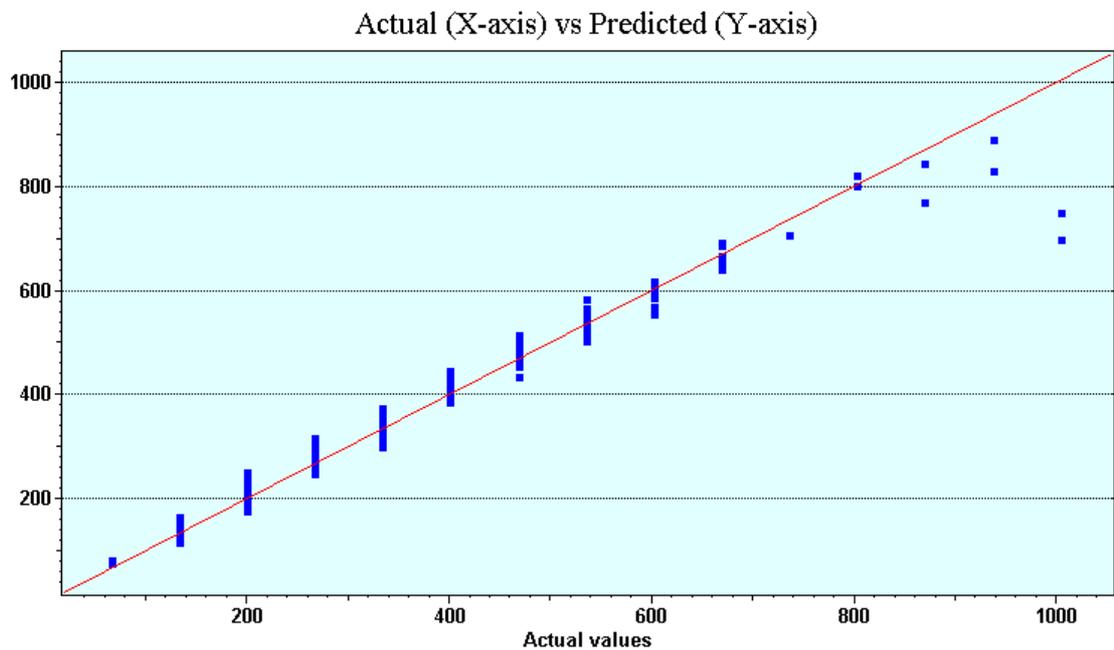


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo Total do Frango (R\$ FRANGO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,969410
Erro médio	18,07974
Correlação	0,987789
QME	810,9576
RQME	28,47732

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	268	273	270	216	241	600	308	323
2	134	143	271	432	463	601	308	308
3	871	806	272	432	428	602	288	311
4	268	287	273	360	350	603	770	742
5	67	82	274	360	372	604	462	455
6	268	289	275	288	360	605	924	838
7	469	470	276	288	328	606	770	714
8	268	278	277	288	295	607	462	466
9	402	401	278	144	150	608	770	691
10	268	283	279	144	147	800	154	153
50	469	491	410	360	368	801	154	153
51	268	267	411	576	612	802	154	157
52	603	580	412	216	240	803	154	156
53	134	154	413	432	423	804	385	405
54	268	290	414	288	303	805	385	369
55	402	429	415	144	157	806	385	372
56	134	146	416	288	287	807	154	169
57	268	262	417	288	288	808	231	231
58	201	219	418	288	275	809	154	148

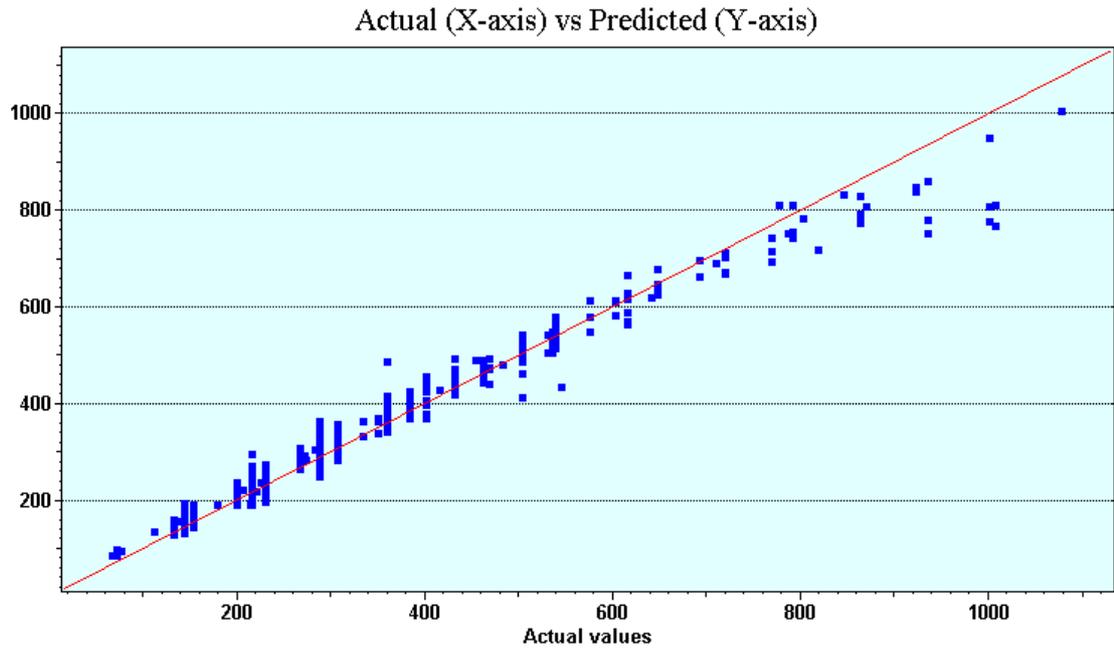


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE J – Custo do frete da ração (R\$ FRETE RACAO)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO DO FRETE DA RAÇÃO (R\$ FRETE RACAO)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,997493
Erro médio	9,448865
Correlação	0,998746
QME	177,2076
RQME	13,31194

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Custo do Frete das Aves (R\$ FRETE AVES)	0,533
Custo Total do Frango (R\$ FRANGO)	0,357
Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS)	0,064
Custo Total a Parceria (R\$ PARCERIA)	0,030
Custo do Quilograma de Frango (R\$ CUSTO KG)	0,013
Custo por Ave (R\$ AVE)	0,002
Custo Total da Ração (R\$ RACAO)	0,001

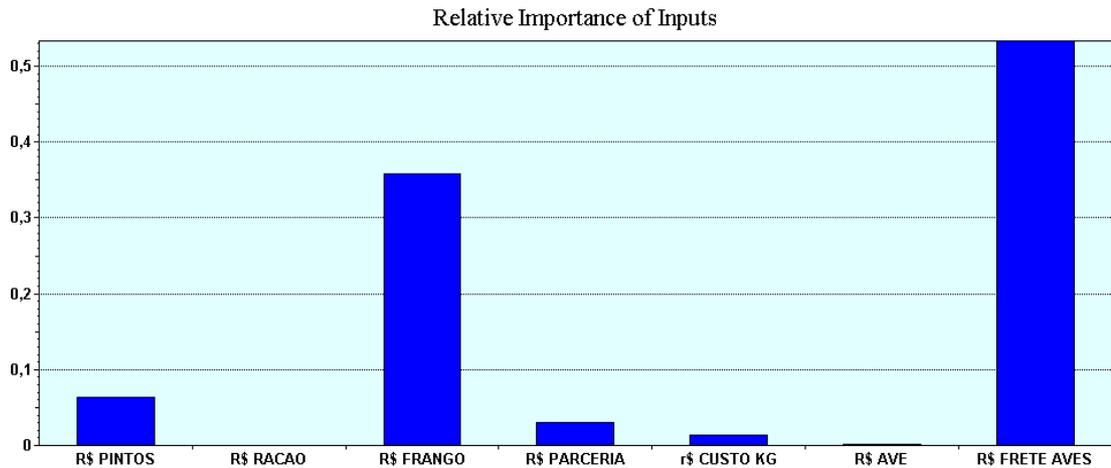


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,992521
Erro médio	19,26420
Correlação	0,997566
QME	646,2205
RQME	25,42087

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	687,02	678,28	1200	512,96	512,21	1400	592,25	522,75
1002	768,89	776,20	1201	648,74	637,35	1401	548,21	513,87
1003	669,67	665,84	1202	404,14	390,62	1402	259,37	253,09
1004	378,56	385,03	1203	307,76	282,26	1403	280,50	262,51
1005	287,44	296,95	1204	405,35	395,30	1404	299,63	279,83
1006	715,04	683,48	1205	509,18	496,29	1405	298,56	282,72
1007	445,65	426,66	1206	851,03	840,95	1406	406,92	396,19
1008	494,44	490,78	1207	286,20	283,62	1407	600,01	629,67
1009	926,60	951,67	1208	381,14	383,08	1408	672,24	644,86
1100	509,28	502,53	1209	278,30	278,19	1409	945,92	915,34
1101	522,21	527,13	1300	419,75	403,53	1500	289,49	271,98
1102	511,41	523,54	1301	300,11	286,92	1501	552,56	541,95
1103	260,39	259,91	1302	603,00	599,73	1502	668,58	649,14
1104	301,61	300,33	1303	612,68	628,86	1503	296,85	284,32
1105	269,17	268,07	1304	627,07	612,75	1504	289,90	281,20
1106	299,98	289,11	1305	650,50	616,93	1505	261,72	241,98
1107	365,67	360,07	1306	523,37	502,65	1506	521,59	494,80
1108	663,95	669,95	1307	569,99	519,49	1507	525,85	523,04
1109	510,49	516,17	1308	572,43	530,67	1508	612,22	585,49

Actual (X-axis) vs Predicted (Y-axis)

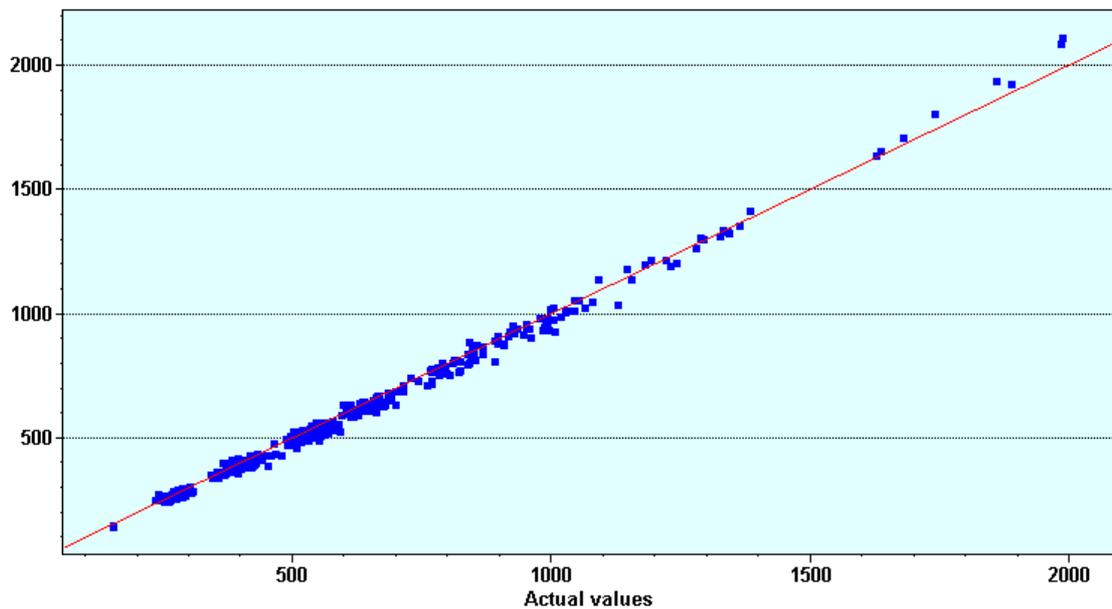


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,989232
Erro médio	27,95894
Correlação	0,997713
QME	1075,110
RQME	32,78887

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6– Resultados reais e as predições da variável Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	512,34	496,08	270	480,12	451,81	600	429,50	415,18
2	297,59	281,74	271	899,06	865,87	601	317,40	312,13
3	1868,16	1840,52	272	851,25	844,23	602	331,27	309,67
4	555,19	503,75	273	704,72	703,48	603	493,76	487,07
5	157,61	144,58	274	712,27	676,17	604	309,00	308,83
6	552,17	512,49	275	525,48	467,25	605	643,27	608,87
7	925,55	861,23	276	577,90	522,67	606	484,11	460,25
8	540,98	500,00	277	514,64	489,00	607	370,20	341,74
9	784,75	758,20	278	294,44	278,12	608	366,43	335,64
10	530,63	502,87	279	280,37	264,48	800	588,13	568,78
50	926,62	880,87	410	426,73	418,48	801	305,95	275,04
51	501,78	482,48	411	553,61	519,40	802	304,43	290,59
52	1098,44	1082,16	412	570,01	524,55	803	1690,00	1644,82
53	284,63	266,80	413	445,93	420,19	804	620,81	594,95
54	576,48	539,03	414	722,91	719,05	805	289,41	294,74
55	786,17	755,87	415	1186,35	1117,22	806	295,08	292,33
56	290,42	267,78	416	1292,76	1249,69	807	486,22	466,96
57	505,74	488,37	417	562,34	527,34	808	322,00	295,81
58	415,00	377,57	418	447,39	412,38	809	324,60	298,15

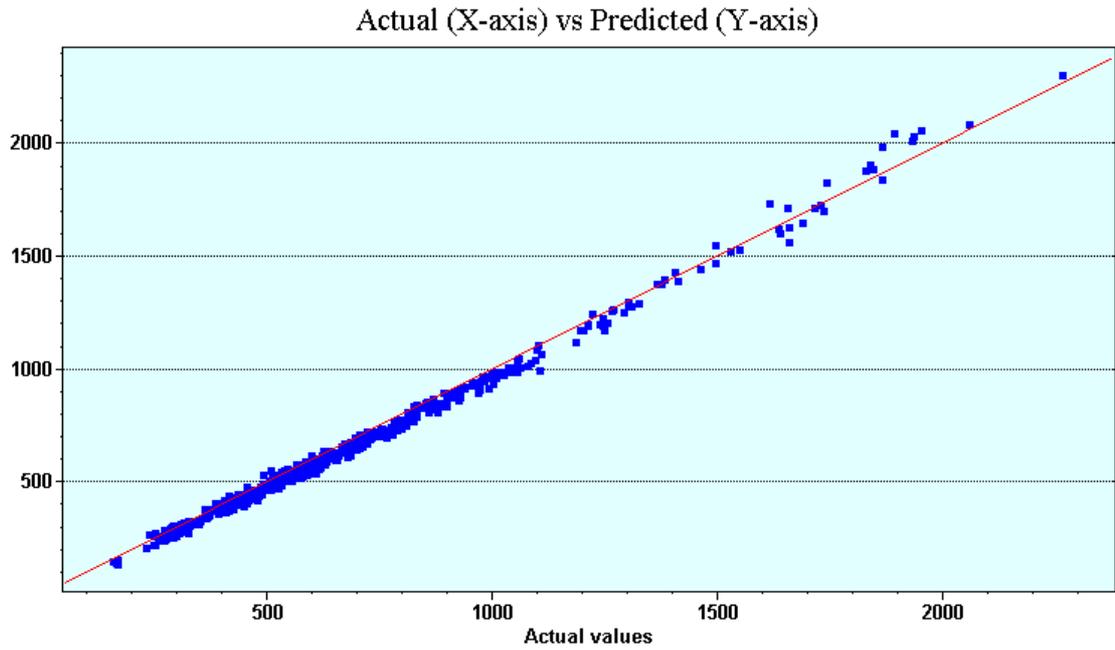


Figura 3– Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE K – Custo total dos pintos (R\$ PINTOS)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR :

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO TOTAL DOS PINTOS (R\$ PINTOS)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,991360
Erro Médio	151,6228
Correlação	0,995671
QME	42968,48
RQME	207,2884

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Custo Total do Frango (R\$ FRANGO)	0,497
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,385
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,090
Custo Total da Ração (R\$ RACAO)	0,028
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,000

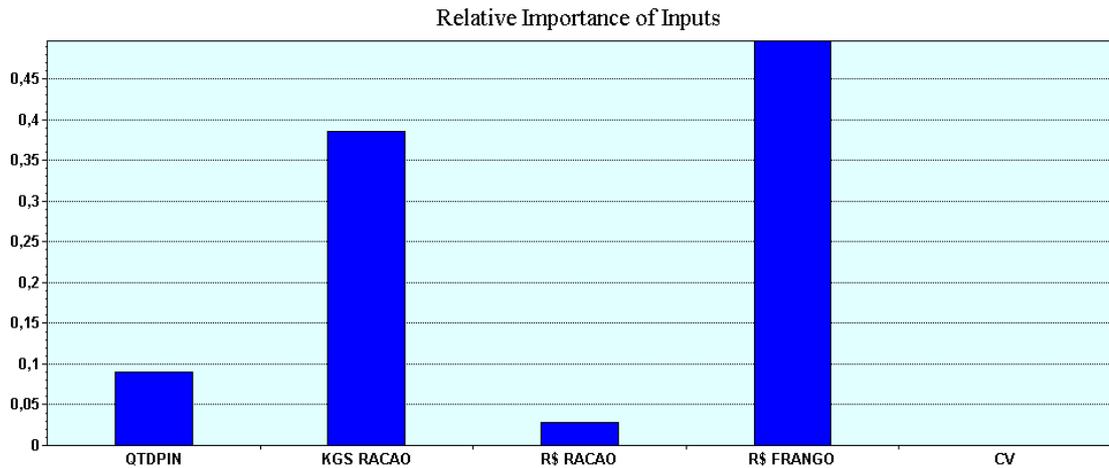


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,992814
Erro médio	153,7443
Correlação	0,996479
QME	45096,68
RQME	212,3598

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	6270,00	6278,72	1200	4180,00	4265,65	1400	4750,00	4792,83
1002	6840,00	6900,93	1201	5481,00	5108,65	1401	4598,00	4938,84
1003	5671,88	5540,42	1202	3480,00	3472,10	1402	2014,00	2184,79
1004	3040,00	3270,38	1203	2470,00	2351,10	1403	2394,00	2417,78
1005	2660,00	2701,49	1204	3420,00	3164,08	1404	2394,00	2368,47
1006	6080,00	5915,60	1205	3914,00	3887,50	1405	2394,00	2365,96
1007	3959,60	3926,45	1206	7179,92	6946,42	1406	3192,00	3283,91
1008	4455,90	4165,20	1207	2470,00	2350,70	1407	4674,00	5146,64
1009	9476,40	9151,48	1208	3230,00	3000,22	1408	6345,00	6035,86
1100	3822,00	3890,07	1209	2470,00	2304,74	1409	8106,00	7707,31
1101	4750,00	4855,99	1300	3368,32	3294,92	1500	2394,00	2489,27
1102	4294,00	4250,26	1301	2584,00	2531,91	1501	4560,00	4985,03
1103	2166,00	2078,49	1302	4940,00	4833,94	1502	5130,00	5399,45
1104	2558,92	2482,43	1303	4826,00	5160,61	1503	2470,00	2602,19
1105	2280,00	2207,17	1304	4712,00	4921,31	1504	2432,00	2630,15
1106	2546,00	2463,77	1305	4864,00	5035,28	1505	2166,00	2063,14
1107	2765,00	2635,49	1306	4256,00	4269,16	1506	4674,00	4676,63
1108	6080,00	5803,04	1307	4750,00	4670,48	1507	4625,00	4910,65
1109	3990,00	4094,18	1308	4872,00	4785,52	1508	4625,00	4491,45

Actual (X-axis) vs Predicted (Y-axis)

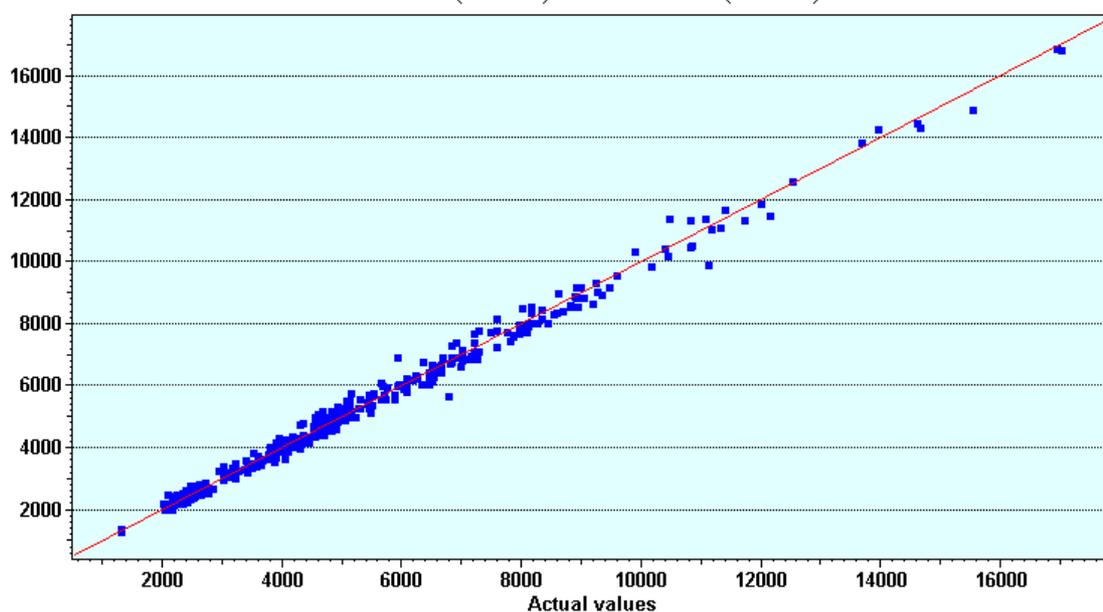


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,971266
Erro médio	233,7060
Correlação	0,986729
QME	211998,8
RQME	460,4232

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6– Resultados reais e as predições da variável Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) para 57 lotes criados em 2002.

Lot e	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	4560,00	4273,67	270	3686,00	4099,54	600	4914,00	5184,77
2	2394,00	2442,18	271	7068,00	7689,42	601	4914,00	4795,18
3	15200,00	15988,70	272	7068,00	7799,90	602	4615,65	5171,20
4	4089,94	4112,53	273	5852,00	6460,64	603	11505,00	11411,68
5	1330,00	1316,06	274	5577,00	5709,22	604	6652,62	7411,09
6	4180,00	4153,11	275	6084,00	5406,55	605	15197,91	12045,94
7	6851,40	7368,36	276	4712,00	4523,84	606	11880,00	9479,96
8	4410,00	4595,97	277	3878,28	3834,47	607	7410,00	7826,05
9	6930,00	6696,16	278	2356,00	2431,73	608	11115,00	11210,11
10	4620,00	4782,07	279	2166,00	2137,49	800	2418,00	2329,63
50	8870,40	8474,06	410	7030,00	7845,96	801	2418,00	2343,84
51	3717,16	3733,24	411	9880,00	9655,19	802	2457,00	2360,84
52	8284,00	8294,61	412	3990,00	3668,25	803	2457,00	2450,06
53	2730,00	2579,86	413	7220,00	7682,14	804	5577,00	5473,23
54	4560,00	4583,72	414	3990,00	4243,55	805	5577,00	5866,17
55	6954,00	6810,75	415	2310,00	2279,71	806	5655,00	5735,81
56	2318,00	2322,51	416	3990,00	3948,93	807	2808,00	2770,97
57	3686,00	4331,63	417	3990,00	3944,58	808	3315,00	3129,06
58	3473,40	3459,99	418	4828,46	4891,11	809	2340,00	2505,84

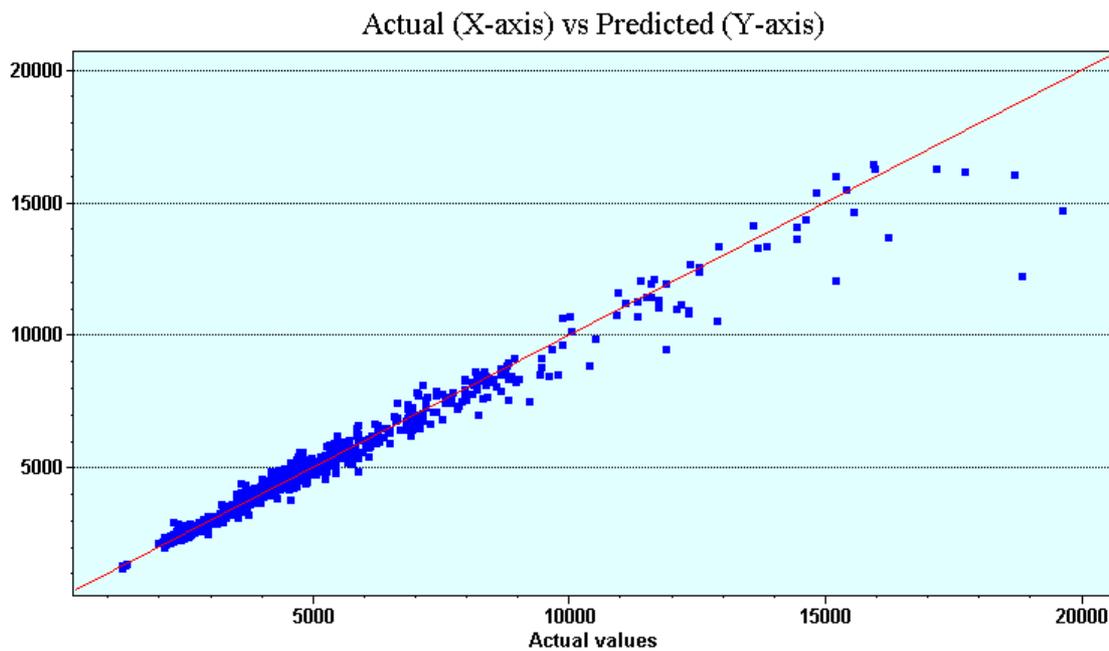


Figura 3– Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo Total dos Pintos (R\$ PINTOS) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE L – Custo total da ração (R\$ RACAO)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: CUSTO TOTAL DA RAÇÃO (R\$ RACAO)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Custo Total da Ração (R\$ RACAO).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,999051
Erro médio	215,2712
Correlação	0,999525
QME	79522,31
RQME	281,9970

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,450
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,278
Custo Total dos Frangos (R\$ FRANGO)	0,233
Custo do Frete da Ração (R\$ FRETE RACAO)	0,027
Custo por Ave (R\$ AVE)	0,008
Custo do Quilograma de Frango (R\$ CUSTO KG)	0,003
Índice de Eficiência (IEF)	0,001

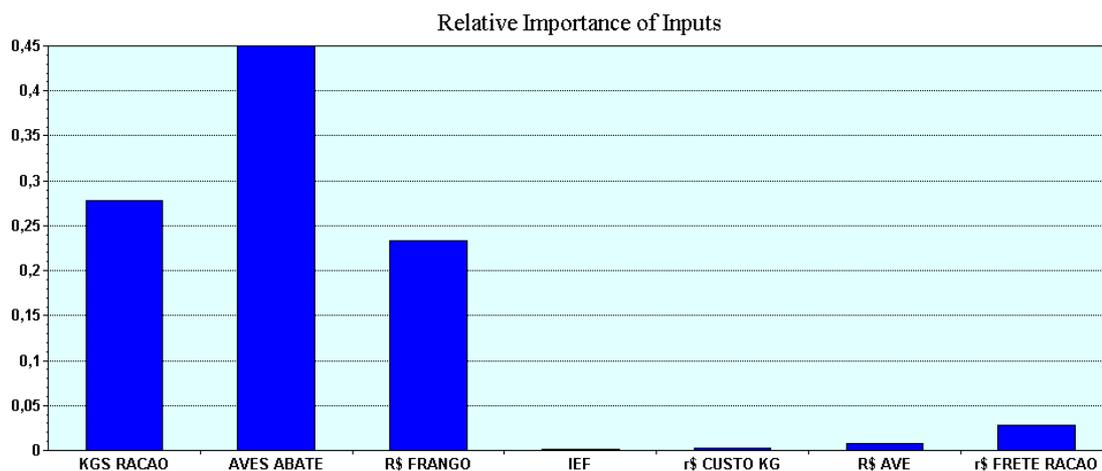


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Custo Total da Ração (R\$ RACAO).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Custo Total da Ração (R\$ RACAO) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,978555
Erro médio	830,9130
Correlação	0,990569
QME	2,78E+06
RQME	1667,8760

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Custo Total da Ração (R\$ RACAO) obtidos em 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	28034,82	27094,69	1200	18014,48	17754,41	1400	24594,88	23976,27
1002	29724,04	28660,37	1201	22730,07	22381,60	1401	20774,93	20490,94
1003	26837,97	25478,82	1202	13834,12	14513,56	1402	10001,42	11149,41
1004	14516,64	14950,35	1203	11018,62	11563,85	1403	11274,15	11913,03
1005	13030,66	13890,02	1204	14353,63	14468,74	1404	12572,26	13363,07
1006	29183,30	27749,20	1205	20164,58	19590,31	1405	13065,94	13843,62
1007	18816,11	18771,62	1206	27156,55	27339,54	1406	16156,49	16363,82
1008	17788,57	17552,82	1207	11055,17	11611,90	1407	24379,18	23704,06
1009	40010,43	38616,00	1208	13421,88	13420,00	1408	26619,43	26321,24
1100	17855,13	17675,17	1209	10741,33	11312,78	1409	37755,46	36173,25
1101	19900,03	19698,06	1300	17229,44	17033,80	1500	11845,76	12638,88
1102	19664,83	19445,71	1301	13322,32	14010,42	1501	23415,55	23027,07
1103	9706,99	10446,02	1302	21831,32	21303,72	1502	27180,92	25805,96
1104	12895,96	13749,33	1303	24698,07	23823,50	1503	12542,02	13507,90
1105	10434,51	11073,65	1304	23000,96	22569,34	1504	12274,46	13306,87
1106	12096,12	12820,16	1305	24554,86	23483,30	1505	9341,04	9571,15
1107	12100,44	12719,49	1306	20394,81	19753,31	1506	19981,68	19327,05
1108	26039,80	25132,47	1307	22632,23	21726,12	1507	21955,35	21844,70
1109	18735,47	18417,57	1308	22979,92	22224,27	1508	22198,57	21087,89

Actual (X-axis) vs Predicted (Y-axis)

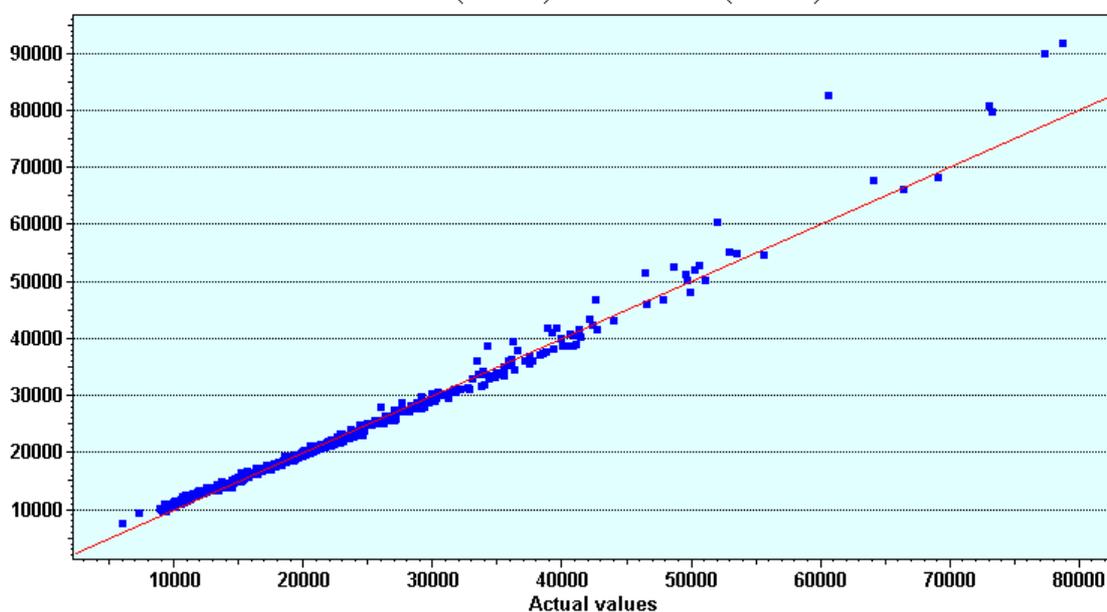


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Custo Total da Ração (R\$ RACAO) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Custo Total da Ração (R\$ RACAO) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,969762
Erro médio	1049,820
Correlação	0,989498
QME	4,2E+060
RQME	2049,860

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6– Resultados reais e as predições da variável Custo Total da Ração (R\$ RACAO) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	19032,16	18438,86	270	20217,63	20008,23	600	20645,89	20338,57
2	12482,60	13275,78	271	35764,00	34336,15	601	23925,78	23051,67
3	77828,92	79687,78	272	34716,36	33558,39	602	18082,43	18502,23
4	21177,04	20325,75	273	28801,01	27294,75	603	52526,63	53115,59
5	6901,88	8782,45	274	27061,44	26219,54	604	33079,64	33281,69
6	20956,51	20578,06	275	14095,81	17217,77	605	55866,20	65700,92
7	33964,43	33428,25	276	20200,59	19877,51	606	55325,00	61372,91
8	20877,60	20637,40	277	16701,23	16570,31	607	33949,12	35468,10
9	30436,08	28914,13	278	11184,33	12186,16	608	54897,67	54677,31
10	19809,05	19876,68	279	10292,13	11174,44	800	11254,74	12380,61
50	35607,75	35618,80	410	28726,17	30739,93	801	11766,61	12924,61
51	18206,83	17877,99	411	44591,10	45864,99	802	12082,50	13132,74
52	39558,74	41806,34	412	16519,01	16410,20	803	12409,70	13658,68
53	11483,95	12288,50	413	31220,09	30954,70	804	27784,62	28295,78
54	23362,26	22338,57	414	15491,88	14451,56	805	25372,76	25050,46
55	29906,48	30265,22	415	10707,61	11546,34	806	25799,82	25275,97
56	11685,48	12570,02	416	18895,15	18605,57	807	13295,75	13971,33
57	18563,99	19039,03	417	19042,97	19103,81	808	12517,61	12933,83
58	16266,93	16528,43	418	19750,84	19407,82	809	11578,16	13030,33

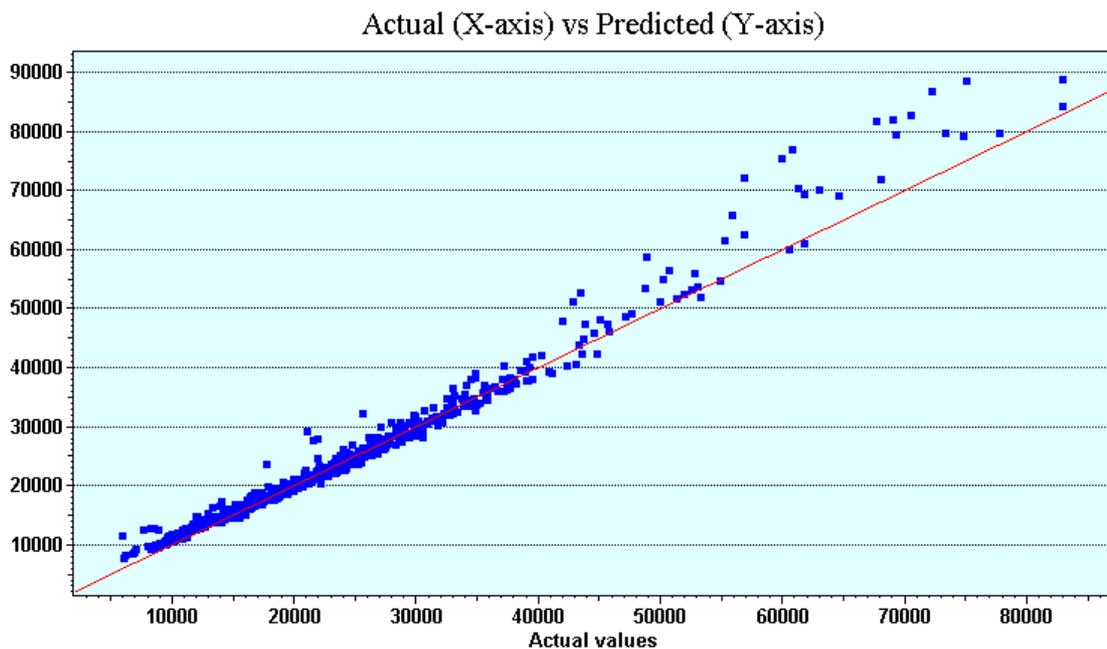


Figura 3– Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Custo Total da Ração (R\$ RACAO) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE M – Quilogramas de ração abate (RACAO ABATE)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUILOGRAMAS DE RAÇÃO ABATE (RACAO ABATE)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,990906
Erro médio	266,5232
Correlação	0,995443
QME	721195,3
RQME	849,2322

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,338
Quilogramas de Frangos (KGS FRANGO)	0,227
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,206
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,132
Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC)	0,073
Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL)	0,023
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,001
Viabilidade (VIABIL)	0,000
Peso Médio (PM)	0,000

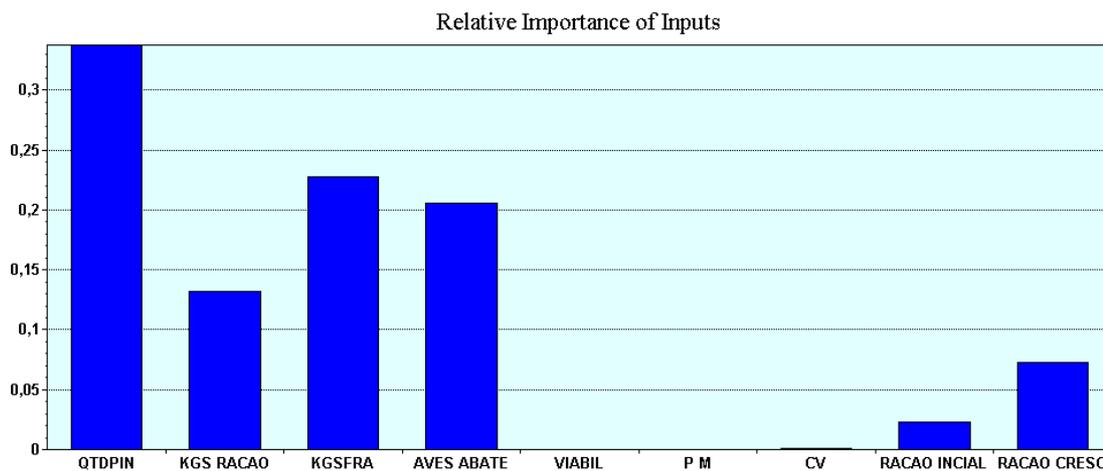


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,969317
Erro médio	477,8621
Correlação	0,985346
QME	2,1E+060
RQME	1449,438

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; QME – Quadrado Médio do Erro; RQME – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) obtidos em 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	20378	19916	1200	10560	10536	1400	14945	14666
1002	17580	17513	1201	18730	18745	1401	15590	14911
1003	19020	18984	1202	11020	10873	1402	7048	13255
1004	7180	7143	1203	6970	7130	1403	2030	1805
1005	10210	15973	1204	12650	12399	1404	11040	10869
1006	23510	23446	1205	12985	12894	1405	11820	11816
1007	6780	6878	1206	17028	17163	1406	10625	10675
1008	13395	12908	1207	6610	6496	1407	18255	18237
1009	24125	24076	1208	10260	10042	1408	20880	20225
1100	16016	16036	1209	7380	7428	1409	31240	30113
1101	16693	15875	1300	13520	13480	1500	5210	5269
1102	22460	21286	1301	10073	10065	1501	15589	15557
1103	7210	7183	1302	10558	10540	1502	16068	16031
1104	12800	12902	1303	13693	13681	1503	10612	10675
1105	7920	7549	1304	14944	14877	1504	8875	8271
1106	10910	10962	1305	18570	18350	1505	3977	3962
1107	11250	11282	1306	15030	14877	1506	3600	3669
1108	19150	19101	1307	13290	13247	1507	10130	9580
1109	11397	11302	1308	15130	15120	1508	14094	14083

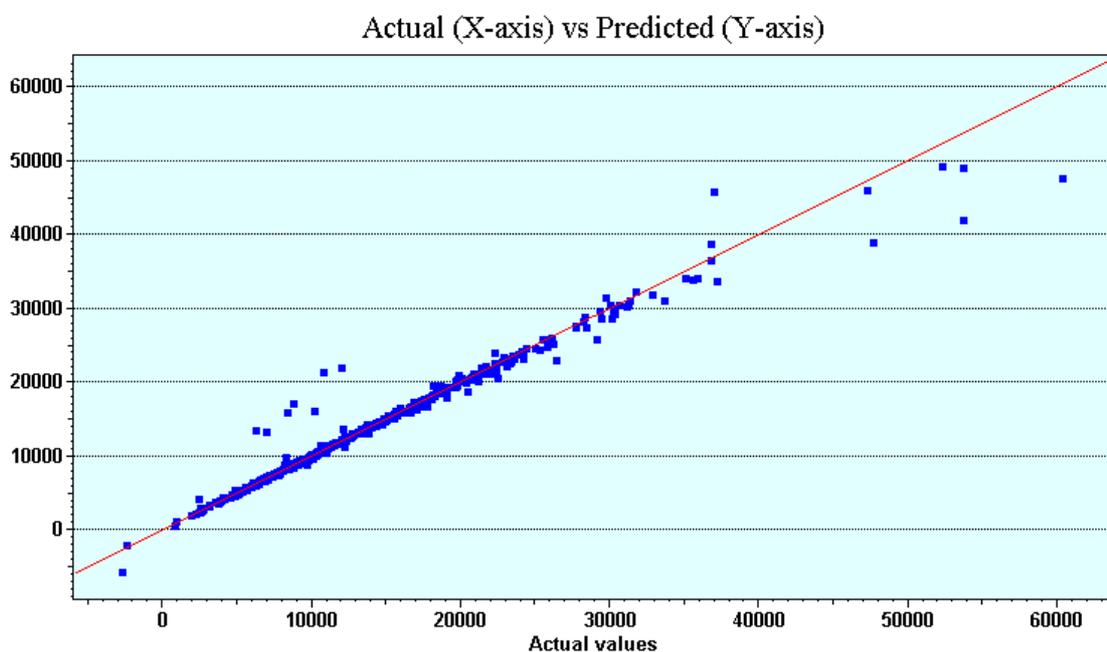


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,957708
Erro médio	646,4844
Correlação	0,979120
QME	3,92E+06
RQME	1979,597

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6– Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	9598	9159	270	13570	13610	600	9125	9290
2	2680	3027	271	26528	26603	601	20960	20834
3	39450	39770	272	21980	21871	602	935	1128
4	13080	13163	273	16605	16712	603	43983	42079
5	3870	4057	274	8290	8307	604	29896	29554
6	12150	11992	275	11795	11471	605	36980	29448
7	23676	23345	276	9050	8917	606	61340	57409
8	10338	10348	277	10390	10227	607	32750	31679
9	16410	16467	278	5840	5716	608	62617	60923
10	13290	12737	279	6070	5691	800	9860	9552
50	12440	12109	410	9840	9914	801	10620	10606
51	10130	10113	411	25730	24579	802	9690	9307
52	24212	23699	412	13400	13097	803	20180	20322
53	8372	7888	413	21910	20094	804	3947	4368
54	15060	15002	414	4155	3462	805	16830	16756
55	13740	13708	415	5088	5424	806	7120	7064
56	5923	5806	416	10867	10914	807	5760	5716
57	9858	7910	417	12183	12104	808	8098	7779
58	8585	8550	418	7284	7179	809	1440	1171

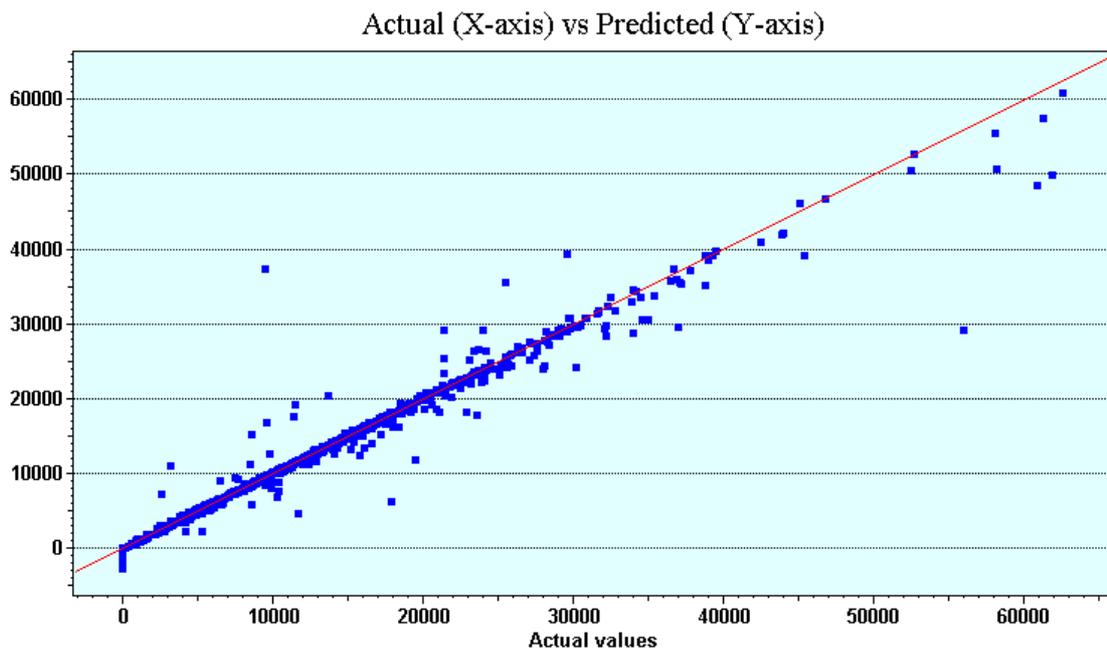


Figura 3– Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Abate (RACAO ABATE) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE N – Quilogramas de ração crescimento (RACAO CRESC)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUILOGRAMAS DE RAÇÃO CRESCIMENTO (RACAO CRESC)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,964697
Erro médio	2383,241
Correlação	0,982190
QME	1,08E+07
RQME	3281,968

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,260
Quilogramas de Frangos (KGS FRANGO)	0,242
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,241
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,241
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,007
Índice de Eficiência (IEF)	0,005
Viabilidade (VIABIL)	0,001
Peso Médio (PM)	0,001
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,001
Idade (IDADE)	0,000

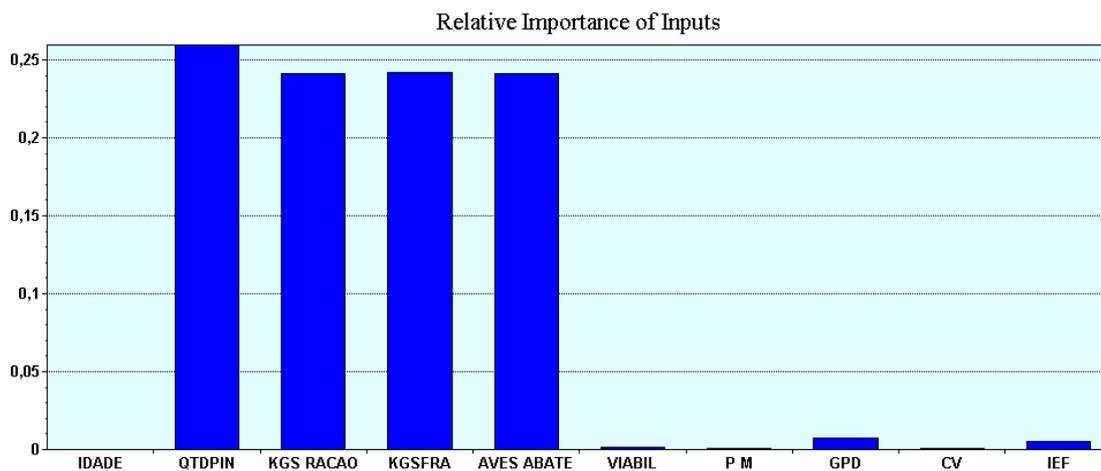


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,931167
Erro médio	3307,452
Correlação	0,978726
QME	1,98E+07
RQME	4444,927

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) obtidos em 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	38130	45770	1200	30140	29577	1400	28620	35274
1002	44280	49052	1201	36410	36291	1401	24030	31037
1003	38880	41711	1202	21280	21975	1402	5060	14520
1004	23310	22346	1203	17590	18160	1403	19500	16137
1005	11990	20272	1204	22110	24694	1404	14780	17673
1006	40450	45368	1205	25980	28070	1405	14830	18228
1007	33840	29555	1206	44860	47011	1406	22970	24781
1008	23300	28894	1207	19110	18575	1407	32280	35018
1009	59580	64980	1208	20330	22050	1408	30910	39227
1100	24290	27049	1209	18020	17581	1409	45820	54701
1101	28120	32879	1300	22260	24879	1500	18340	17566
1102	22110	31597	1301	17190	19385	1501	31480	33962
1103	14390	15136	1302	33240	34435	1502	38810	38978
1104	17190	20493	1303	36820	36175	1503	15110	18678
1105	14940	15743	1304	30940	34789	1504	15170	17362
1106	16450	19045	1305	30690	35920	1505	13460	14022
1107	15480	19284	1306	25910	30043	1506	34180	31363
1108	39490	43641	1307	29450	34427	1507	32930	33826
1109	31560	29609	1308	28940	32296	1508	29570	34403

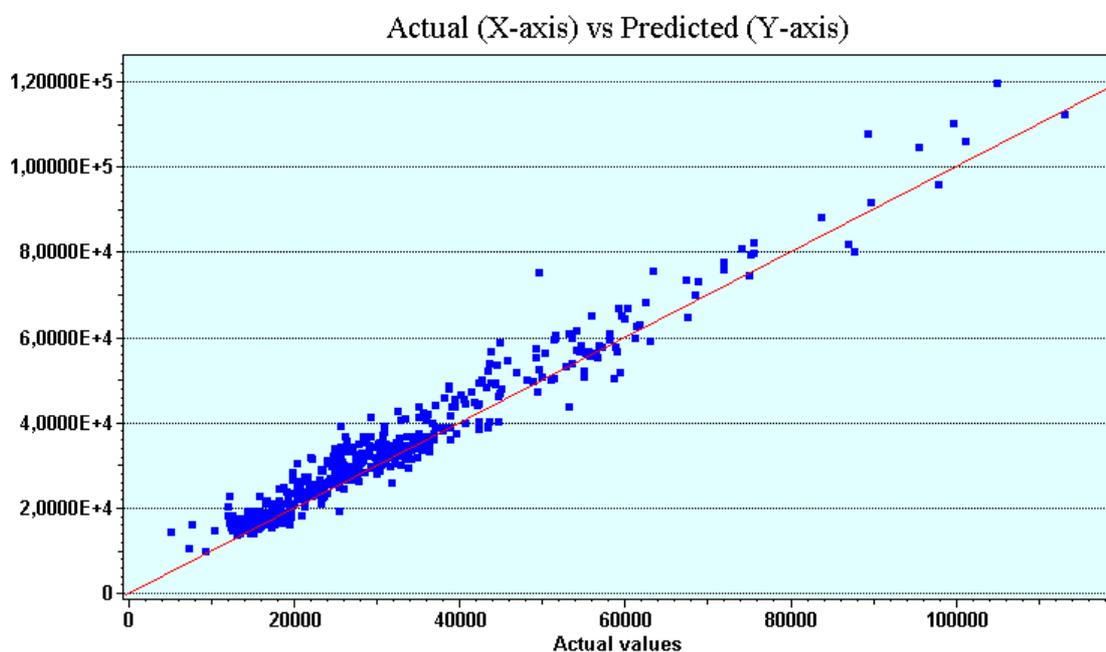


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,912040
Erro médio	3789,152
Correlação	0,974647
QME	2,68E+07
RQME	5180,847

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	29960	31615	270	28000	29083	600	32800	32709
2	22260	17693	271	43990	51325	601	32090	37097
3	117940	111630	272	46980	51990	602	29640	31602
4	28840	29726	273	40030	41667	603	72610	84097
5	10070	9811	274	45000	41461	604	43550	50052
6	30280	30265	275	23240	36292	605	80860	94334
7	44830	49703	276	26090	33068	606	66150	79850
8	30470	30117	277	23440	26398	607	43360	53554
9	44990	45692	278	12260	17221	608	69070	81609
10	25530	29176	279	15220	15552	800	14790	18158
50	56120	55075	410	42750	49182	801	15140	19700
51	26730	26724	411	62490	70792	802	15230	18289
52	52600	59168	412	22450	24960	803	36590	40766
53	15170	16288	413	42710	50314	804	47790	39553
54	32160	33517	414	25410	25122	805	36050	40226
55	44870	48741	415	15240	15584	806	19580	20847
56	16090	17999	416	27620	29197	807	18720	23795
57	28130	26890	417	26990	29138	808	15740	17543
58	20420	23300	418	30940	32097	809	14660	15782

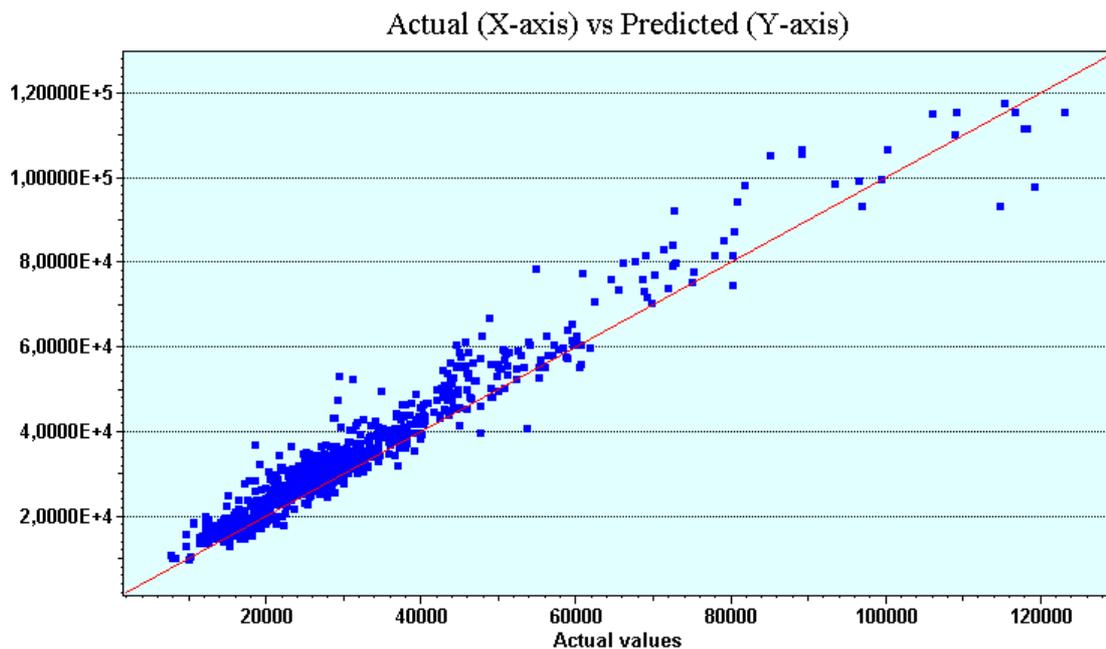


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Crescimento (RACAO CRESC) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE O – Quilogramas de ração inicial (RACAO INICIAL)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: QUILOGRAMAS DE RAÇÃO INICIAL (RACAO INICIAL)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,975876
Erro médio	548,8973
Correlação	0,987864
QME	853893,7
RQME	924,0637

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,405
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,384
Quilogramas de Frangos (KGS FRANGO)	0,097
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,071
Índice de Eficiência (IEF)	0,015
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,011
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,010
Viabilidade (VIABIL)	0,004
Peso Médio (PM)	0,001
Idade (IDADE)	0,000

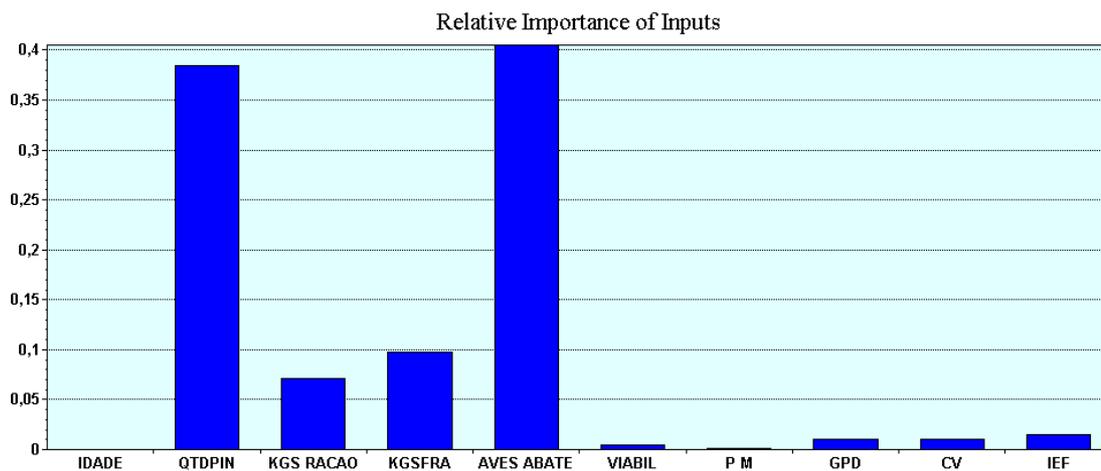


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,965970
Erro médio	669,8520
Correlação	0,984737
QME	1,24E+06
RQME	1112,284

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) obtidos em 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	16860	16126	1200	11120	10768	1400	12040	12192
1002	17950	17613	1201	11170	12312	1401	12280	11820
1003	14370	14611	1202	8310	7906	1402	6530	5351
1004	8270	7938	1203	7730	6470	1403	6090	6287
1005	7090	7025	1204	7720	8860	1404	6000	6306
1006	14750	15569	1205	10710	10112	1405	5990	6326
1007	9400	10271	1206	17460	17289	1406	8440	8362
1008	11130	10897	1207	6590	6526	1407	11980	12051
1009	23260	23539	1208	8560	8357	1408	14660	13845
1100	9900	9591	1209	6060	6474	1409	18130	18823
1101	11350	12132	1300	8630	8756	1500	5990	6317
1102	11150	11050	1301	6380	6828	1501	12080	11778
1103	5710	5706	1302	13000	12729	1502	13680	13228
1104	6560	6776	1303	12570	12447	1503	6610	6541
1105	5870	5959	1304	13160	12174	1504	6030	6301
1106	6590	6686	1305	12670	12505	1505	5740	5697
1107	7680	6964	1306	10240	10987	1506	11660	11987
1108	15210	15546	1307	13540	12255	1507	12300	12270
1109	9950	10329	1308	13370	11382	1508	12350	12233

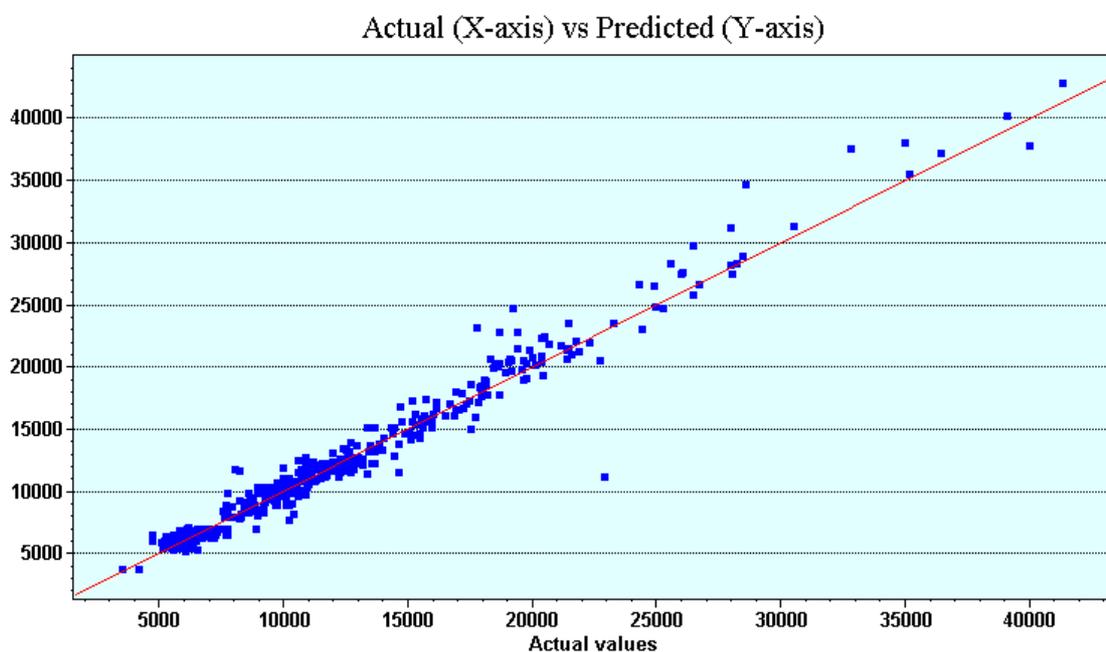


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,972761
Erro médio	655,5804
Correlação	0,986729
QME	1,1E+060
RQME	1046,536

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	11940	11544	270	9280	9625	600	6230	6497
2	6980	6309	271	18740	19041	601	6100	5898
3	38240	38502	272	17740	18143	602	6480	6098
4	10350	10528	273	15535	15095	603	8840	8841
5	3740	3649	274	14850	14034	604	6400	6245
6	10170	10804	275	15370	15347	605	9620	9893
7	17420	17438	276	13080	12163	606	7890	8346
8	10310	10362	277	9860	10040	607	6220	6363
9	15600	16152	278	6450	6247	608	6270	6277
10	11460	10673	279	5250	5758	800	11810	11804
50	20750	20448	410	10570	10716	801	6280	6155
51	9070	9622	411	11450	11302	802	7030	6252
52	23370	21210	412	10940	10510	803	35180	38290
53	5600	6378	413	8540	9824	804	13540	13069
54	12320	11770	414	20890	17910	805	6420	6532
55	16680	17912	415	27040	25161	806	6190	6200
56	7340	6171	416	27360	26866	807	9970	10324
57	8620	9872	417	12270	11744	808	6230	6517
58	9130	8250	418	7680	9318	809	6380	6557

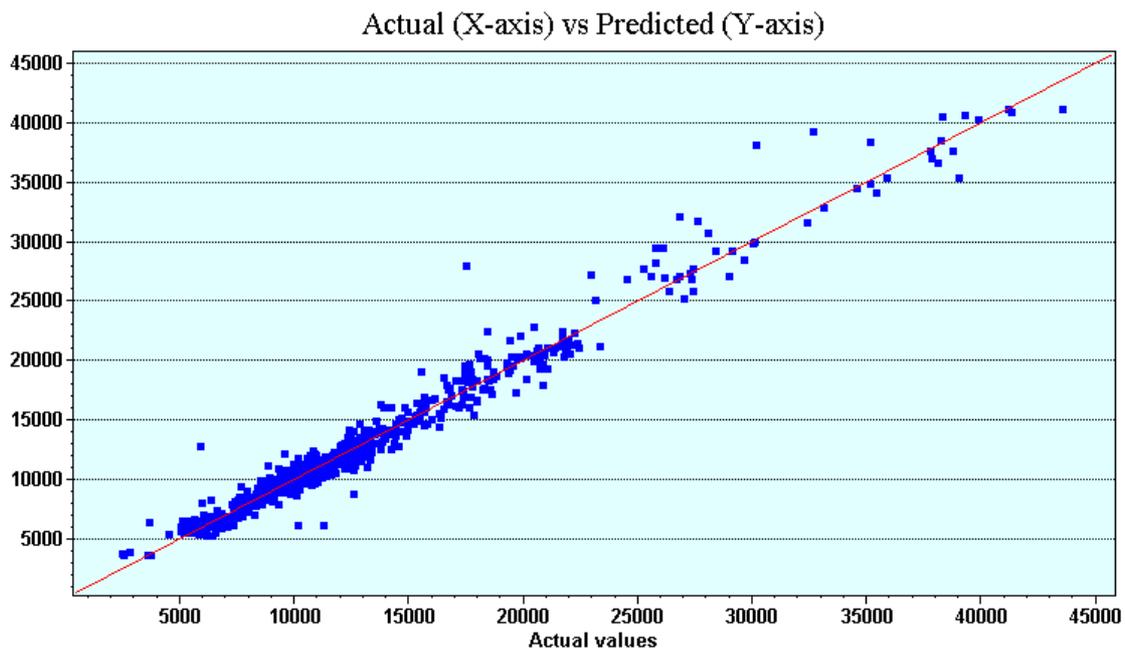


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Quilogramas de Ração Inicial (RACAO INICIAL) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.

APÊNDICE P – Viabilidade (VIABIL)

No. DE LOTES: 1.516

USADOS PARA TREINAR: 1.000 lotes abatidos em 2001

USADOS PARA TESTAR E VALIDAR:

516 lotes abatidos em 2001

889 lotes abatidos em 2002

Variável de Saída: VIABILIDADE (VIABIL)

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Tabela 1 – Características do modelo de rede neural para a predição da saída Viabilidade (VIABIL).

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,997634
Erro médio	0,093392
Correlação	0,998816
QME	0,015514
RQME	0,124556

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Importância Relativa das Entradas:

Tabela 2 – Importância Relativa (contribuições) das Entradas.

Entrada	Importância Relativa
Aves Abatidas (AVES ABATE)	0,414
Quantidade de Pintos (QTDPIN)	0,249
Quilogramas de Ração (KGS RACAO)	0,190
Quilogramas de Frangos (KGS FRANGO)	0,116
Ganho de Peso Diário (GPD)	0,013
Índice de Eficiência (IEF)	0,012
Peso Médio (PM)	0,006
Índice de Conversão Alimentar (CA)	0,000
Idade (IDADE)	0,000

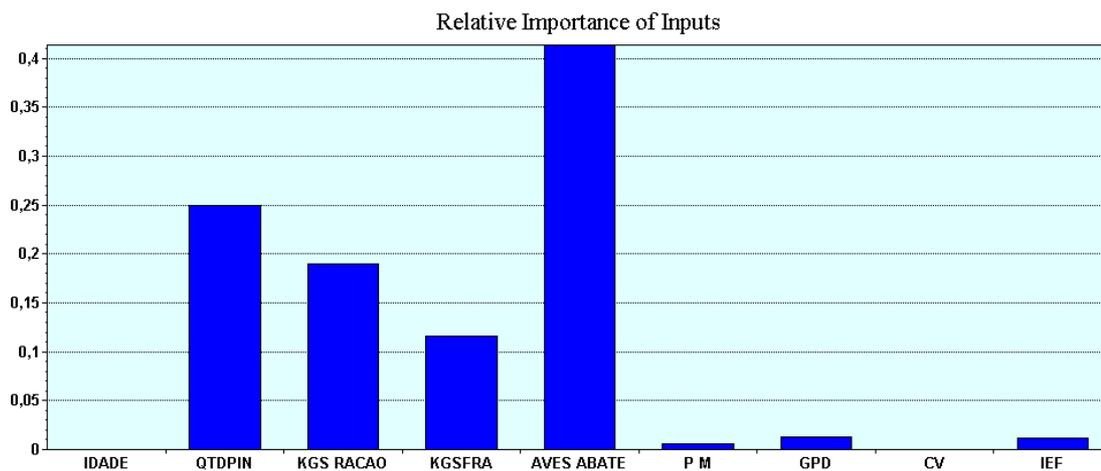


Figura 1 – Contribuições, ou importâncias relativas, de cada uma das variáveis de entrada para a saída Viabilidade (VIABIL).

TESTE E VALIDAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 516 LOTES ABATIDOS EM 2001

Tabela 3 – Validação do modelo de redes neurais para a predição Viabilidade (VIABIL) obtido pelos 516 lotes alojados em 2001.

Estatísticas da predição	Valores
R^2	0,955216
Erro médio	0,111934
Correlação	0,979245
QME	0,093185
RQME	0,305262

R^2 - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 4 – Resultados reais e as previsões da variável Viabilidade (VIABIL) obtidos em 57 lotes criados em 2001.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1001	96,35	96,30	1200	95,64	95,66	1400	97,90	98,06
1002	95,80	95,71	1201	95,33	95,38	1401	94,98	94,92
1003	96,70	96,73	1202	95,30	95,45	1402	97,06	96,98
1004	97,58	97,50	1203	95,85	95,83	1403	95,57	95,74
1005	96,21	96,19	1204	96,84	96,90	1404	97,43	97,40
1006	94,78	94,69	1205	95,69	95,72	1405	97,84	97,76
1007	97,12	97,10	1206	96,88	96,88	1406	97,21	97,15
1008	94,84	94,99	1207	96,97	96,94	1407	96,78	96,75
1009	91,98	90,76	1208	96,89	96,85	1408	97,13	97,21
1100	96,41	96,52	1209	93,65	93,70	1409	97,49	97,57
1101	95,98	96,20	1300	96,69	96,69	1500	95,14	95,08
1102	96,81	96,93	1301	95,15	95,19	1501	97,85	97,84
1103	96,84	96,80	1302	96,98	96,96	1502	97,35	97,33
1104	97,27	97,22	1303	97,45	97,44	1503	94,00	94,03
1105	97,95	97,83	1304	97,42	97,45	1504	94,59	94,41
1106	96,42	96,37	1305	96,25	96,34	1505	97,84	97,90
1107	95,77	95,77	1306	97,83	97,73	1506	93,27	93,14
1108	94,33	94,22	1307	96,62	96,58	1507	98,40	98,21
1109	97,60	97,55	1308	97,01	97,03	1508	93,94	93,88

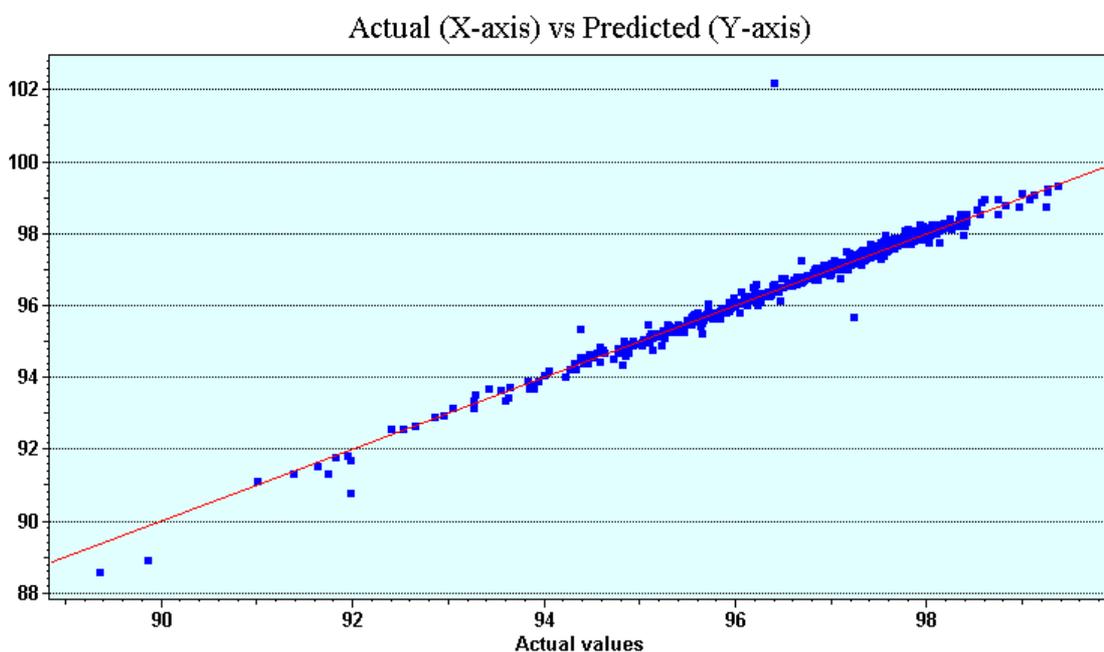


Figura 2 – Valores reais (X) versus valores preditos (Y) da variável Viabilidade (VIABIL) para os 516 lotes de frangos de corte produzidos em 2001.

PREDIÇÕES DA REDE PARA OS 889 CRIADORES EM 2002

Tabela 5 – Validação do modelo de redes neurais para a predição variável Viabilidade (VIABIL) obtido pelos 889 lotes alojados em 2002.

Estatísticas da predição	Valores
R ²	0,976979
Erro médio	0,227015
Correlação	0,989003
QME	0,126588
RQME	0,355792

R² - Coeficiente de Determinação Múltipla; **QME** – Quadrado Médio do Erro; **RQME** – Raiz Quadrada Média do Erro.

Tabela 6 – Resultados reais e as predições da variável Viabilidade (VIABIL) para 57 lotes criados em 2002.

Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição	Lote	Real	Predição
1	91,83	92,19	270	93,87	93,94	600	95,63	95,60
2	97,11	97,14	271	98,64	99,18	601	95,25	95,61
3	94,97	94,48	272	95,90	95,81	602	96,00	95,72
4	93,75	93,84	273	94,21	93,99	603	95,29	95,31
5	94,00	94,01	274	96,92	96,83	604	92,56	93,03
6	97,75	97,93	275	96,96	97,64	605	96,24	96,19
7	95,44	95,56	276	96,02	95,86	606	94,12	94,38
8	95,24	95,14	277	97,35	97,08	607	95,71	95,44
9	96,80	96,77	278	95,66	95,72	608	93,71	94,26
10	96,85	97,24	279	95,86	95,83	800	98,40	98,66
50	97,84	97,50	410	98,26	98,31	801	94,72	94,64
51	97,16	97,07	411	93,81	94,28	802	97,84	97,83
52	95,05	94,88	412	96,43	96,42	803	97,29	97,76
53	95,54	95,77	413	95,55	95,53	804	99,24	99,78
54	98,40	98,30	414	95,06	94,81	805	96,14	96,07
55	97,70	97,61	415	97,10	96,81	806	98,61	98,68
56	97,51	97,43	416	92,17	91,89	807	95,75	96,21
57	97,48	97,56	417	97,88	97,66	808	97,25	97,48
58	93,85	93,82	418	97,77	97,66	809	98,08	97,89

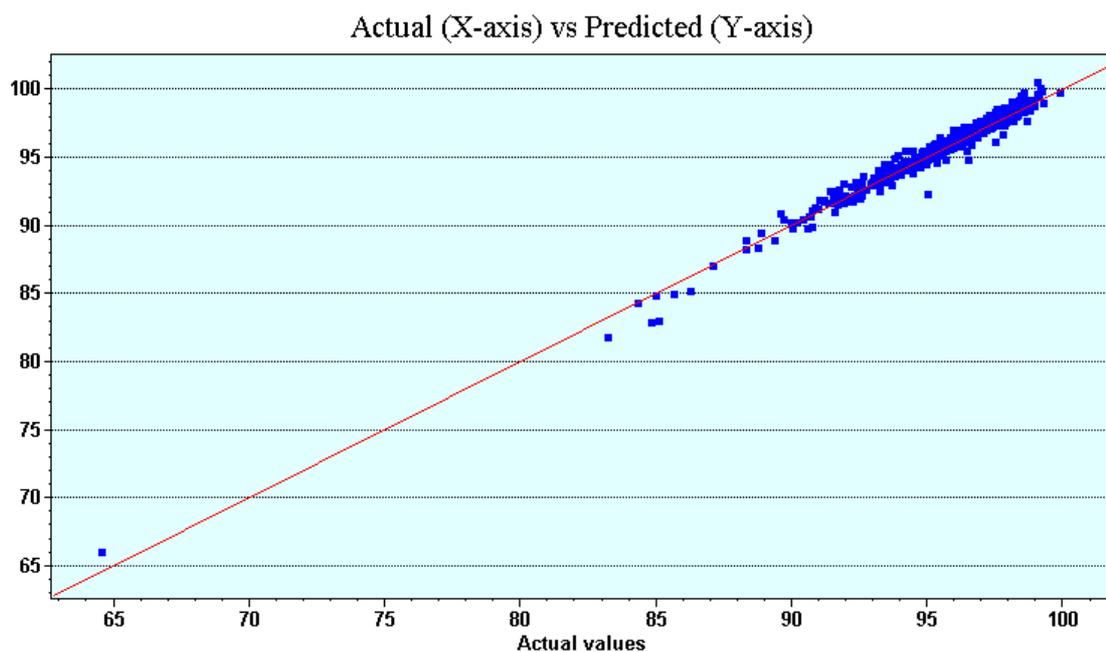


Figura 3 – Valores reais (X) *versus* valores preditos (Y) da variável Viabilidade (VIABIL) para os 889 lotes de frangos de corte produzidos em 2002.