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

T338.176085
A663c
e.2

José Diniz de Araújo

A CONSISTÊNCIA DA POLÍTICA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS:

O CASO DO MERCADO DE RAÇÕES

Dissertação de Mestrado Apresentada
na Faculdade de Economia e Adminis-
tração da Universidade de São Paulo

SÃO PAULO

59238

1980

Dedico este trabalho à minha
esposa, Marilene, pela dedi
cação, incentivos e auxílio
que me propiciou.

AGRADECIMENTOS

Externo meus agradecimentos, embora correndo o risco de injustas omissões, às pessoas que de alguma forma, auxiliaram na elaboração deste trabalho:

ao corpo técnico e à diretoria da Comissão de Financiamento da Produção, pelas discussões e provisionamento de recursos físicos e ambientais que culminaram com sua elaboração;

à Dra. Ignez Guatimosim Vidigal Lopes, pela paciência em me ouvir, oferecendo sugestões relevantes;

às secretárias Maria do Socorro Moura, Maria da Luz Miranda Milhomem, Shirley Beatriz da S.Q. Borges, Batilde D. B. de Oliveira e Elza Mary de Oliveira, pelo grande auxílio no trabalho de datilografia;

a Milton Gaidies, Abílio C. Tardin e Walter Moretti, pelas sugestões e discussões;

a Paulo Roberto Guasco, pela assessoria e incansável dedicação ao trabalho de processamento eletrônico dos dados e sugestões;

à equipe de bibliotecários da C.F.P. que me propiciou acesso à literatura que utilizei;

ao Dr. Paulo Pires de Almeida, pela gentileza e paciência em coordenar todo o fluxo de correspondência relativa ao trabalho;

ao Dr. Guilherme Leite da Silva Dias que propiciou condições para o término do trabalho;

aos professores da FIPE que foram responsáveis por meu treinamento acadêmico formal, oferecendo-me a oportunidade de ali estudar;

ao professor Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, pelas sugestões e discussões;

ao meu orientador, professor Dr. Fernando Bento Homem de Mello, pela dedicação e orientação recebidas, e paciência

cia em esperar manuscritos, relê-los e sugerir modificações, tu,
do isto, sujeito às demoras que o distanciamento físico nos im
pôs.

Entretanto, as falhas remanescentes, são de minha
inteira responsabilidade.

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

PÁG.

I	- INTRODUÇÃO	1
II	- REVISÃO DE LITERATURA	7
III	- METODOLOGIA	20
III.1	- O PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA DA EMPRESA	20
III.2	- O MODELO	22
III.3	- O TEOREMA DE KUHN-TUCKER E SUA APLICAÇÃO	24
III.4	- INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA	28
III.5	- MODELOS DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA - BREVE DESCRIÇÃO	31
IV	- MODELO CONCEITUAL	33
IV.1	- O MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR DA EMPRESA	36
IV.2	- ELEMENTOS DE ANÁLISE DO AJUSTAMENTO DO PRODUTOR DE RAÇÃO ÀS VARIAÇÕES NOS PREÇOS DOS INSUMOS	42
IV.3	- UMA DIGRESSÃO SOBRE O AJUSTAMENTO DO PRODUTOR DE RAÇÃO	46
V	- MODELO EMPÍRICO	50
VI	- RESULTADOS EMPÍRICOS	59
VI.1	- RAÇÃO PARA CORTE FINAL - SÃO PAULO	59
VI.2	- PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO CORTE FINAL SÃO PAULO	66
VI.3	- RAÇÃO PARA POSTURA - SÃO PAULO	72
VI.4	- PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA RAÇÃO DE POSTURA - SÃO PAULO	80
VI.5	- RAÇÃO PARA CORTE FINAL - PERNAMBUCO	84
VI.6	- PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO CORTE FINAL PERNAMBUCO	92
VI.7	- RAÇÃO PARA POSTURA - PERNAMBUCO	99
VI.8	- PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO	107
VII	- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA	113
VIII	- ANEXOS	118
VIII.1	- APÊNDICE-A ASPECTOS NUTRICIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS E POEDEIRAS	118
VIII.2	- APÊNDICE-B REFERÊNCIAS, TABELAS, GRÁFICOS	133

ÍNDICE DE TABELAS

NÚMERO	TÍTULO	PÁGINA
01	COMPOSIÇÃO NUTRITIVA DOS ALIMENTOS PARA RAÇÃO	139
02	RESTRIÇÕES QUANTO A REQUERIMENTOS PARA A RAÇÃO DE CORTE FINAL E POSTURA	53
03	RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS AO PROGRAMA - RAÇÃO CORTE FINAL - SÃO PAULO	60
04	CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO-SOMBRA	60
05	COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LIMITES TÉCNICOS - CORTE FINAL - SÃO PAULO	61
06	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE, CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - SP	62
07	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO, CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - SP	63
08	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CORTE FINAL - SÃO PAULO	64
09	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - CORTE FINAL - SÃO PAULO	65
10	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DA FARINHA DE TRIGO	68
11	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO MILHO	69
12	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DA FARINHA DE MANDIOCA	70
13	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO SORGO	70

14	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO FARELO DE SOJA	71
15	RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOS TAS AO PROGRAMA - RAÇÃO DE POSTURA - SP	72
16	CUSTO DE RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO- SOMBRA	73
17	COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LI MITES TÉCNICOS - POSTURA - SP	74
18	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM AL GUM LIMITE, CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTI MO - POSTURA - SP	75
19	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO - CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO - POSTURA - SP	76
20	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTI MA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - POSTURA - SP	77
21	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTI MA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - POSTURA - SP	79
22	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO MILHO	80
23	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO SORGO	81
24	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO FARELO DE AMENDOIM	82
25	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO FARELO DE SOJA	83
26	RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOS TAS AO PROGRAMA, RAÇÃO CORTE FINAL - PE	84
27	CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO- SOMBRA	85
28	COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LIMITES TÉCNICOS - CORTE FINAL - PE	86
29	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM AL GUM LIMITE - CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTI MO - CORTE FINAL - PE	87

30	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO - CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - PE	88
31	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CORTE FINAL - PE	90
32	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - CORTE FINAL - PE	91
33	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO MILHO	93
34	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DO SORGO	94
35	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DA FARINHA DE TRIGO	95
36	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DO FEIJÃO MACAÇAR	96
37	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DA RASPA DE MANDIOCA	97
38	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DA FARINHA DE MANDIOCA	98
39	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO DE CUSTO PARA PREÇOS DO FARELO DE SOJA	99
40	RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS AO PROGRAMA, RAÇÃO POSTURA - PE	100
41	CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO-SOMBRA	101
42	COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LIMITES TÉCNICOS	102
43	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO	103
44	RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO ÓTIMA, CUSTO DE ALTERAR O ÓTIMO - RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO	104

45	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTI MA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - RAÇÃO DE POSTURA - PE	105
46	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTI MA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - RAÇÃO DE POSTURA - PE	106
47	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO FARELO DE SOJA	108
48	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO MILHO	109
49	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO FEIJÃO MACAÇAR	110
50	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DA FARINHA DE MANDIOCA	111
51	PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DA RASPA DE MANDIOCA	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS - APÊNDICE B

NÚMERO	TÍTULO	PÁGINA
01	ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA PROTEÍNA E FIBRA - CORTE FINAL - SP	140
02	ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA AMENDOIM E <u>MAN</u> DIOCA - CORTE FINAL - SP	141
03	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA MILHO - <u>COR</u> TE FINAL - SP	142
04	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA FARELO DE SOJA - CORTE FINAL - SP	143
05	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA A FARINHA DE TRIGO - CORTE FINAL - SP	144
06	FARINHA DE TRIGO - CORTE FINAL - SP	145
07	MILHO - CORTE FINAL - SP	145
08	FARELO DE SOJA - CORTE FINAL - SP	146
09	ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA CÁLCIO E FIBRA - POSTURA - SP	147
10	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO - POSTURA - SP	148
11	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE SOJA - POSTURA - SP	149
12	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE AMENDOIM - POSTURA - SP	150
13	MILHO E SORGO - POSTURA - SÃO PAULO	151
14	FARELOS DE AMENDOIM E SOJA - POSTURA - SP	152
15	ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA ENERGIA E <u>CISTI</u> NA - CORTE FINAL - PE	153
16	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO - CORTE FINAL - PE	154
17	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE SOJA - CORTE FINAL - PE	155
18	MILHO E FARINHA DE TRIGO - CORTE FINAL - PE	156

19	FEIJÃO MACAÇAR E RASPA DE MANDIOCA-CORTE FINAL - PE	157
20	FARINHA DE MANDIOCA E FARELO DE SOJA - CORTE FINAL - PE	158
21	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO - POSTURA - PE	159
22	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA A FARINHA DE PEIXE - POSTURA - PE	160
23	FARELO DE SOJA E MILHO - POSTURA - PE	161
24	FEIJÃO MACAÇAR E RASPA DE MANDIOCA - POSTURA - PE	162

I - INTRODUÇÃO

O problema geral que aqui se coloca é o de consistência de políticas, entendida como o impacto que relações de preços administrados tem sobre o ajustamento dos setores correlatos. Embora não seja óbvia a transposição do nível macro ao setorial, e depois ao empresarial, nos referimos estritamente ao problema do planejamento e execução de políticas que atingem, especialmente o mercado de alimentos para animais.

De modo geral as discussões sobre políticas agricolas têm ignorado o fato de que programas correlatos aos preços ou produção de grãos - forrageiros ou oleaginosos - tem importantes efeitos diretos e indiretos no ajustamento dos setores de pecuária que os utilizam - ou então, alguns de seus subprodutos - como insumos básicos de produção. FELTNER (23) mostrou que, dadas as complexas relações que se estabelecem entre os setores de pecuária e o mercado de alimentos para animais, seria implausível definir um modelo tipo Walrasiano dada a impossibilidade de se especificar todos os componentes do mesmo - demandas, ofertas e componentes espaciais dos setores - preferindo trabalhar com relações em nível mais agregado, que julgou serem as mais indicativas da interação entre estes. Um dos problemas que encontrou, foi exatamente, o de compatibilizar séries de dados básicos no que se refere ao número de observações⁽¹⁾. HASSAN (27) coordenou um trabalho que inclui um conjunto de modelos para previsão do comportamento dos setores de pecuária no Canadá, considerados isoladamente.

Não encontramos nas diversas tentativas que fizemos, trabalhos que desagregassem as relações de comportamento dos setores de pecuária e grãos.

Entendemos que o mercado de alimentos para animais em sua maior parte é composto pelos grãos forrageiros - que no Brasil se resume, praticamente, ao milho - e alguns farelos proteícos e calóricos (por exemplo: farelos de soja e amendoim,

(1) Este mesmo autor faz referência a oito trabalhos que tentaram estudar os setores de pecuária ou de alimentos.

farinhas de peixe, mandioca, trigo e resíduos de frigoríficos).

A demanda dos alimentos pelos animais é derivada das interações no mercado de carnes. Grande quantidade das rações consumidas pelas atividades industriais produtivas de suínos e aves é manipulada pela indústria respectiva. A indústria tem um importante papel no que se refere à disputa do excedente comercializável destes produtos e seu ajustamento às diversas situações do mercado de alimentos tem implicações na avicultura e suinocultura.

Segundo as informações do Sindicato que congrega as indústrias de ração no Estado de São Paulo, em 1977, a produção destinada à avicultura superou 61% da quantidade total de suas associadas; neste mesmo ano, estas indústrias produziram 83,4% do total nacional. Em 1978, a avicultura consumiu 60% da produção de rações e as associadas do sindicato produziram 82% do total nacional. Entre estes dois anos, os suínos e bovinos aumentaram sobremaneira sua participação no consumo de rações. Ainda relativamente à avicultura, o incremento no consumo entre estes dois anos, no caso da atividade de corte foi de 12,6% e na de postura 13,5%. Observa-se ainda um incremento da participação da produção de criadores e cooperativas não associadas ao sindicato, bastante acentuada. A produção nacional de rações sofreu um acréscimo de 15,4% quando comparamos os anos de 1977/78.

Antes de voltar ao problema central cumpre informar que a avicultura experimentou grande desenvolvimento a partir de 1970, comportamento este que foi acompanhado pela indústria de ração. Os preços dos produtos avícolas nos últimos anos, em termos reais, apresentam um perfil ligeiramente decrescente; este comportamento é compatível com os ganhos de escala e de produtividade observados na avicultura.

Restringindo ainda mais o problema, no sentido de investigá-lo a nível de ajustamento empresarial, procuraremos avaliar o impacto que políticas destinadas a sustentar preços de produtos, tem dentro do processo de decisão da empresa que utiliza estes como insumo.

Dado que, pelo conceito de preço de sustentação, a ação do Governo se dirige no sentido de estabilizar o mercado, podendo daí decorrer formação de estoques ou importação de produtos, as relações de preços administrados devem ter ação passiva

no mercado, quando de sua fixação ou de vendas dos estoques.

Como ficou evidenciado anteriormente, a indústria de ração tem um importante papel no que diz respeito ao abastecimento de alimentos para a avicultura. Na verdade, a demanda da indústria de ração por grãos e farelos é derivada da demanda por carne de aves e ovos, relativamente a este setor. Então um desequilíbrio na produção de rações compromete a avicultura industrial. Os dados mostram que mais de 60% da quantidade de ração produzida pela indústria se destina à avicultura. Logo este será nosso universo de trabalho.

Um modelo completo que destaca as complexas relações entre o setor de pecuária e alimentos para animais necessita, no mínimo, de uma base de dados que permita a estimação de sua forma reduzida. Aqui no Brasil, o setor de rações é relativamente novo e seu mais importante papel dentro do mercado corresponde ao próprio crescimento do setor avícola. Além da quase inexistência de dados precisos sobre o consumo de alimentos neste, ele floresceu durante um período onde a tônica política foi a atuação do Governo na economia como um todo. Assim o setor avícola e seus correlatos também absorveram alguns efeitos desta atuação. A menos que fosse possível incorporar ao modelo toda a interferência política do governo, qualquer estudo utilizando a abordagem econômica ortodoxa do comportamento do setor de rações, estaria oferecendo resultados duvidosos. Deste modo, parece mais razoável estudar o comportamento da empresa típica produtora de ração utilizando seu próprio processo de decisão: dados os estímulos externos, toma decisões de curto prazo. Esta estratégia parece razoável pois tem viabilizado tanto a indústria de ração como sua principal usuária, a avicultura, simultaneamente. A decisão de produzir, aqui assumida, consiste em minimizar uma função de custo de seu produto, definida linearmente nas quantidades de alimentos disponíveis, sujeitas a algumas restrições. Como as informações que a firma típica recebe são dadas, ou seja, não se admite a existência de erro nas mesmas, é possível alcançar seu objetivo através de programação linear. Ademais se seu ajustamento às variações nas relações de preços é de curto prazo, tanto o método de decisão como a hipótese de linearidade de comportamento do mercado são consistentes.

Resumidamente, a indústria de ração, recebendo estímulos do setor de pecuária e conhecendo: a disponibilidade e

preços dos componentes de ração, sua composição nutritiva e as restrições biológicas dos frangos e poedeiras em cada etapa de seu desenvolvimento, minimiza o custo de formulações específicas de rações. Vamos nos valer deste tipo de comportamento para derivar alguns resultados relevantes do ponto de vista do formulador e administrador da política. Genericamente vamos avaliar a sensibilidade que a firma típica produtora de ração, apresenta às variações nas relações de preços dos alimentos básicos e determinar preços de venda dos estoques de produtos, oriundos da política de sustentação. Além do mais é possível ter uma idéia da substituição entre alimentos para faixas de relações de preços dos mesmos.

Dado o conjunto de políticas do Governo que atingem este mercado - crédito, preços mínimos - procurando estimular a produção, a formulação daquele deverá ser mais consistente, no sentido de obter melhor equilíbrio da oferta.

ÁREA DE ESTUDO

Temos no Brasil dois grandes polos de produção avícola. O primeiro e mais antigo está localizado na região Centro-Sul, mantendo a hegemonia da produção e possuindo um contingente populacional elevado. Neste polo localiza-se a maior produção de alimentos para animais, bem como a produção de aves matrizes e avós. O segundo polo de produção, localizado em uma região de relativa concentração populacional e com problemas crônicos de distribuição de renda e de padrões alimentares da população, só recentemente apresenta a atividade avícola, como mais importante. Esta região alternativa compreende o Nordeste, que além dos problemas já mencionados é quase sempre importador líquido dos alimentos para ração destinada às atividades industrializadas. Entretanto, a avicultura de corte e postura, ocupa lugar de destaque na formação da renda agrícola de Estados como o Pernambuco e Ceará.

Para efeito de análise comparativa, decidimos trabalhar com dois Estados representativos destes polos: São Paulo e Pernambuco. Dado que a tecnologia de produção de aves é bem conhecida e por acreditar que a atividade apresenta elevada taxa de modernização não há razão para supor diferenças no comportamento da demanda por alimentos. Entretanto, pesquisar novos

ingredientes em uma região deficitária como o Nordeste ou de verificar a substituição economicamente possível entre produtos alternativos no Centro-Sul pode contribuir para reduzir problemas de crise de abastecimento. São Paulo é caracterizado como o grande produtor de diversos produtos avícolas, tais como matrizes, pintos industriais, frangos abatidos e ovos, além de centralizar o maior parque industrial de produção de rações e de prestação de serviços nesta área. O Estado de Pernambuco tem na avicultura sua segunda maior alternativa de composição da renda agrícola, além de se destacar como produtor de aves industriais e rações. Por isto escolhemos estes dois locais para efeito de análise.

Assim, nossa preocupação principal relaciona-se com a consistência de políticas destinadas ao mercado de alimentos para os animais, entendida como o impacto que relações de preços dos diversos alimentos para ração tem dentro do ajustamento da firma típica produtora. A pressuposição fundamental é que alterações neste tipo de ajustamento depende dos preços dos alimentos, dos estímulos do setor pecuário e das restrições técnicas dos animais e apresentando efeitos substanciais na avicultura.

Respeitadas as restrições técnicas do modelo, procuramos investigar as seguintes hipóteses para a firma típica produtora de ração:

1. O ajustamento da firma às variações nas relações de preços dos componentes da ração deve ser mais elástico para os energéticos do que para os protéicos.
2. O subsídio dado a certos produtos gera uma rigidez de sua utilização pela firma.
3. O tabelamento de preços de alguns produtos por parte do Governo pode ser ineficiente, levando a indústria a adquiri-los acima do limite estipulado.

Este trabalho oferecerá, pelo menos, as seguintes informações aos formuladores e administradores da política de preços dos produtos envolvidos.

1. Determinação do preço de venda dos estoques

quando o cliente for a indústria de rações.

2. Efeitos de relações de preços propostos sobre o ajustamento da firma típica produtora de ração.
3. Efeitos do tabelamento de preços ou de retirada de subsídios dos produtos sobre o custo da ração.
4. Informação sistemática sobre o custo de ração.
5. Compatibilização de preços de ração com taxas planejadas de crescimento da avicultura.

II - REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa em nutrição para o caso da avicultura é bastante vasta tanto em termos de Brasil como do resto do mundo. A avicultura é uma atividade que absorve tecnologia a níveis elevados e apenas isto parece explicar a expansão de um setor que apresentou, nos últimos anos, um perfil ligeiramente declinante dos preços reais de seus produtos.

Os trabalhos na área de aplicação de programação matemática à dieta das aves são bastante desenvolvidos na iniciativa privada. Nas Universidades e Centros Oficiais de pesquisa esta atividade é pouco desenvolvida e dos poucos trabalhos existentes, a maioria se presta à ilustração do método, carecendo de maior profundidade analítica. Com isso houve perda de generalidade dos mesmos, uma vez que não se tentou utilizá-los para recomendações de política. Encontramos uma indicação incipiente neste sentido em apenas um deles. A seguir, apresentamos um resumo da bibliografia sobre aplicação da programação linear ao caso das rações e resultados recentes da pesquisa biológica na área de nutrição. Desta área da pesquisa biológica resultam as indicações que compõem o conjunto de restrições do modelo de programação matemática a ser utilizado neste trabalho.

CHAVES (16), estimou uma ração de custo mínimo para frangos, considerando a disponibilidade de alimentos locais. Ressaltou a importância do conhecimento zootécnico na formulação dos modelos que irão otimizar objetivos econômicos. Para uma quantidade igual a 100kg de ração encontrou a seguinte composição em termos percentuais:

Farinha de alfafa	2,00
Farelo de algodão	4,00
Farelo de arroz	1,10
Farinha de carne	4,00
Fubã de milho	58,95
Farinha de peixe	5,00
Farelo de soja	14,36
Farinha de trigo	3,69
Farinha de fígado	4,64
Farinha de osso	0,37
Farinha de ostras	0,40
Premix	1,00
Sal comum	0,50

Com um custo de Cr\$ 32,95/100kg.

SILVA (38), utilizando a programação linear calculou ração para poedeiras nas fases inicial, crescimento, desenvolvimento e postura. Isto porque em cada uma das fases as exigências nutricionais são diferentes. O autor utilizou ainda duas opções com relação ao teor de colina e metionina: fixada e calculada durante o processamento do programa. A conclusão foi que a ração com suplementação não fixada apresenta menor custo. Embora os custos fossem próximos, poder-se-á ter ganhos substanciais pelo uso de grande volume de ração. O estudo não derivou taxas de substituição entre elementos, sendo pequeno o número de alimentos. O trabalho foi realizado em 1973 e os custos obtidos para os diferentes tipos de ração constam do quadro que segue, imediatamente, abaixo.

COMPARAÇÃO DE CUSTOS PARA DIFERENTES RAÇÕES CALCULADAS

RAÇÃO	CUSTO EM CR\$/100 KG
Inicial, Suplementação Calculada	61,933
Inicial, Suplementação Fixa	63,132
Crescimento, Suplementação Calculada	54,049
Crescimento, Suplementação Fixa	72,277
Desenvolvimento, Suplementação Calculada	43,689
Desenvolvimento, Suplementação Fixa	47,649
Postura, Suplementação Calculada	57,996
Postura, Suplementação Fixa	58,061

MESQUITA (33), calculou rações de custo mínimo para frangos de corte na Região Nordeste e derivou as funções de demanda potencial para novos ingredientes, dando ênfase ao sorgo e à farinha de cefalotórax de lagosta. A conclusão foi que para a ração inicial, os elementos mais limitantes foram cistina, metionina, lisina e fibra. A demanda de metionina, para a análise pós-ótima, na ração inicial, revelou-se praticamente inelástica. Ainda na ração inicial, a procura para farinha de carne mostrou-se elástica. Os valores encontrados para estimativas prováveis das elasticidades na análise pós-ótima para ração inicial foram: farinha de carne -4,8 a -27,8; metionina sintética -0,12 a -0,11. A grande variação das magnitudes pode ser atribuída às restri

ções técnicas impostas a certos ingredientes. Na ração de engorda os elementos mais limitantes foram: proteína, arginina, treonina, lisina, tirosina e metionina. Estes elementos apresentaram restrições de mínimo e a análise pós-ótima revelou redução de custo para liberação das mesmas. A metionina e lisina sintéticas apresentaram procura inelástica. Para o sorgo, a procura revelou-se inelástica para preços abaixo do corrente e elástica se aqueles estão acima destes. A inelasticidade para um ramo da curva de demanda do sorgo pode se dever às restrições do programa. O milho e o sorgo revelaram-se substitutos na ração de engorda, uma vez que os sinais das elasticidades cruzadas, na análise pós-ótima, são positivos.

VIEIRA (45), efetuou o cálculo de ração de custo mínimo, oferecendo informações sobre o procedimento computacional e apresentou os aspectos principais da codificação dos dados e interpretação dos resultados.

Cesal e Magalhães, citados em MESQUITA (33) foram mais genéricos, tratando dos aspectos teóricos mais importantes da programação linear e nas suas aplicações à agropecuária, destacando as relações entre os resultados matemáticos e os conceitos econômicos.

A Utilização de Derivados de Mandioca na Alimentação das Aves.

A principal utilização dos derivados da mandioca nas rações animais (aves, suínos e bovinos para leite) é como elemento energético. Sua principal limitação é o elevado teor de fibras, que no caso dos monogástricos, não pode ser digerida o que tem implicações diretas na taxa de crescimento, conversão e produção dos animais. Outra limitação é seu elevado teor de potássio capaz de provocar diarreia nos animais se ingerida acima de determinados níveis.

Entretanto, respeitados alguns limites técnicos, estes produtos podem ser utilizados para suprir a parte energética da ração, substituindo parcialmente produtos como o milho, sorgo, do ponto de vista técnico. As pesquisas empíricas, na área de nutrição animal procuram mostrar as contradições relativas à utilização dos derivados da mandioca, abrindo ampla oportunidade para seu melhor aproveitamento.

Alguns autores oferecem contribuições expressivas neste particular, destacando-se entre eles Ademosum (1), Fonseca (24), Campos (13) e Thomas (40). A contribuição de Fonseca (24) consiste em sintetizar as principais contribuições oferecidas à nutrição de aves no Brasil em termos de pesquisa científica. As principais conclusões destes autores são mencionadas a seguir.

Uma pesquisa realizada na Nigéria concluiu que, para aves de postura, pode-se utilizar rações contendo 30% de farelo de mandioca nas fases inicial e de recria e 40% durante o período de postura; Ademosum (1).

FONSECA (24) sintetiza a contribuição da pesquisa brasileira relativa à nutrição das aves. As principais conclusões deste trabalho estão descritas a seguir.

Do ponto de vista nutricional é possível a substituição do milho pela raspa de mandioca enriquecida com gordura. Todavia, do ponto de vista econômico, esta substituição nem sempre é recomendável.

A prensagem de rações contendo farinha de mandioca estimulou o consumo de alimentos e resultou em melhorias no ganho de peso e conversão alimentar. No ano seguinte, estes pesquisadores concluíram que não houve diferenças significativas no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, quando se compararam rações preparadas com farinha de mandioca suplementadas com óleo de milho, de soja e gordura de porco, ao nível de 1% das fórmulas.

Estabilizando o consumo da ração a níveis praticamente iguais, a farinha de mandioca continuou apresentando resultados inferiores aos do milho (84% a 86%) em rações de frango de corte.

Os melhores resultados obtidos com frangos de corte foi quando 30% do milho foram substituídos por farinha de mandioca. As observações de que a prensagem aumentou significativamente o consumo de ração e consequentemente o ganho de peso, tanto para as rações com farinha de mandioca como para aquelas com milho, foram novamente constatadas.

Embora não tivessem observado queda nos rendimentos dos frangos alimentados com rações, em que a farinha de mandioca substitui até 60% do milho, não houve vantagens econômicas

no uso desses ingredientes, aos preços vigentes. No mesmo ano, os autores informaram que rações para poedeiras contendo farinha de mandioca produziram resultados de 6% a 14% inferiores aos obtidos com rações contendo milho.

A raspa de mandioca integral foi uma fonte energética satisfatória para rações de poedeiras, em que substitui até 100% do milho. A substituição total do milho pela raspa de mandioca, do ponto de vista econômico, foi a mais indicada na alimentação de frangos de corte na Bahia.

CAMPOS (13) apresenta a seguinte composição para raspa de mandioca: proteína total (2,8%); fibra (5%), cálcio (0,09%); fósforo (0,25%). Para ser utilizada como alimento volumoso, este autor apresenta a composição da raiz de mandioca: proteína total (1,1%); fibra (1,4%); fósforo (0,04%). O farelo de ramas e raízes apresenta a seguinte composição: proteína total (4,4%); fibra (17,9%); cálcio (0,27%) e fósforo (0,09%).

THOMAS (40), estudou o emprego da mandioca na alimentação de frangos de corte nas regiões tropicais e subtropicais. Decidiu mostrar que uma alimentação à base de mandioca e farelos de amendoim e peixe satisfaz as exigências em proteína, energia e minerais, e que a mandioca pode ser a base alimentar de frangos nas regiões tropicais. As experiências foram desenvolvidas em laboratório e no campo com rações contendo mandioca - milho, - amendoim complementados com peixe e/ou aminoácidos sintéticos. As experiências de campo mostraram que a mandioca não descascada substitui o milho em até 50% na ração proposta. Os frangos criados com 10, 20 e 30% de mandioca na ração tinham de desempenho superior aos criados com alimentos à base de milho e soja. Para 40 e 50% de mandioca na ração, os resultados são comparáveis.

A Utilização de Sorgo na Alimentação das Aves.

Além de alguns aspectos técnicos que são limitantes no desenvolvimento mais pronunciado da cultura do sorgo, sua utilização como alimento das aves apresenta certas restrições. A principal delas é o elevado teor de tanino, que supostamente tem influência sobre o ganho de peso e mesmo sobre a vida das aves. A outra é que necessariamente seu preço deve ser inferior

ao do milho. Com relação à última restrição e a de que o sorgo deixa a carne de frango e os ovos esbranquiçados, o único problema parece ser uma escassez pronunciada de pigmentos corantes. Isso é contornado por uma participação mínima do milho, nas fórmulas comerciais. A pesquisa científica na área de nutrição tem mostrado que a principal barreira à maior utilização do sorgo talvez seja a resistência dos avicultores. Os resultados empíricos apontam a possibilidade de se utilizar maior quantidade do produto. Alguns autores ofereceram contribuições substanciais nesta área, como Fonseca (24, op. cit), Mesquita (33, op. cit), Bonino (9), Trindade (42 e 43), Maier (32), Queiroz (35) e Featherston (22).

FONSECA (24), ressaltando a contribuição da pesquisa em nutrição das aves no Brasil, apresenta uma resenha de trabalhos científicos, que resumiremos a seguir.

O sorgo pode substituir todo o milho da ração sem prejuízos para o ganho de peso. Rações simples de sorgo e farelo de soja resultam em frangos com bom peso, embora inferiores ao de rações contendo 10% de farelo de carne. Parcela igual a 60% do milho é substituída por sorgo sem prejuízos para o ganho de peso e conversão alimentar de frangos. Em 1975, foram publicados os resultados de uma comparação do valor nutritivo de dez variedades de sorgo de baixo, médio e alto teor de tanino e de proteína. O sorgo pode substituir, total ou parcialmente, o milho em dietas para frangos de corte sem danos no ganho de peso e na conversão alimentar. O sorgo pode ser substituto total do milho em rações iniciais de frangos, necessitando porém de suplementação de DL - Metionina.

A adição de ácido tânico em rações de pintos de corte deprimiu o crescimento, consumo de ração e eficiência alimentar; a adição de metionina tendeu a melhorar os resultados obtidos quando se usou o ácido em níveis mais elevados na ração (3,6%). A presença do ácido tânico na ração de pintos apresentou efeitos negativos. O efeito deletério da adição de níveis crescentes (0,0%, 0,6%, 1,2%, 1,8% e 2,4%) de ácido tânico em rações de pintos foi altamente significativo.

O sorgo de alto teor de tanino produziu resultados inferiores em termos de ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte em comparação ao sorgo de baixo teor de tanino.

no, tanto em rações com nível ótimo como sub-ótimo de proteína.

A suplementação de metionina produziu desintoxicação parcial no organismo das aves que receberam alimentação à base de sorgo de alto tanino, embora os ganhos de peso fossem inferiores aos dos pintos que receberam a base de milho ou de sorgo de baixo tanino.

A substituição de 50% do milho pelo sorgo resultou em uma boa produção de ovos e boa conversão alimentar, principalmente quando a ração foi suplementada com 2% de farinha de peixe.

Em rações de poedeiras, o sorgo pode substituir o milho em até 50% sem prejuízo do desempenho das aves. Rostagno e Col., em 1977, publicaram dados indicando que os valores de energia metabolizável em aves são de 3.413 Kcal/kg para milho, 3.160 Kcal/kg para sorgo de baixo tanino e 2.902 Kcal/kg para sorgo de alto tanino.

MESQUITA (33), estimou rações de custo mínimo para frangos de corte e derivou a demanda potencial para novos ingredientes, dentre eles, o sorgo. A menor faixa de solução estável nesta ração foi apresentada pelo sorgo. Milho e sorgo mostraram-se substitutos nas rações calculadas. O autor derivou ainda as elasticidades preço-cruzada entre milho e sorgo, confirmando, pelo sinal positivo das mesmas, o efeito substituição entre os dois ingredientes. Observa-se ainda, elevada participação do sorgo na ração para engorda.

BONIMO (9), realizou um experimento de alimentação de poedeiras utilizando milho e sorgo de baixo e alto teor de tanino e suplementação com metionina, colina e gluten meal, procurando verificar o efeito destes sobre os parâmetros de produção. As dietas com sorgo de alto teor de tanino afetaram a percentagem de produção e a conversão alimentar. Quando a estas dietas foram adicionadas complementações de metionina e gluten meal, obteve-se alguma melhora no desempenho das aves, não se observando o mesmo para a colina.

TRINDADE (42), concluiu que a incorporação do sorgo às dietas, provocou um pior desempenho dos frangos, durante o período inicial, a partir do momento em que se substitui 40% do milho, tendo-se observado um ganho de peso de 667g contra 583g e uma conversão alimentar de 1,98 contra 2,27; isto para o sorgo conti

brasil 2201 não teve efeito negativo sobre o crescimento das aves e nas quatro semanas iniciais observou-se ganho de peso de 643g com conversão de 2,07. Na fase final não se encontrou diferença significativa entre os dois híbridos do sorgo e milho.

TRINDADE (43) concluiu que a substituição do milho, nos níveis de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, pelos híbridos de sorgo para grãos Pioneer 8311 e NK 233, em rações de frango de corte, provocou um pior desempenho dos animais, principalmente no período inicial e aos níveis mais elevados de substituição (80% e 100%).

MAIER (32) estudou a suplementação de metionina para aves em dietas de sorgo com baixo e alto teor de tanino, observando que houve diferença de ganho de peso para pintos que receberam ração à base de milho e sorgo com alto teor de tanino, mesmo com a suplementação do aminoácido, não acontecendo o mesmo para o sorgo com baixo teor de tanino. Os resultados encontrados indicam que a metionina produziu uma desintoxicação parcial do tanino, embora ganhos de pesos ainda fossem inferiores aos dos animais que receberam rações a base de milho ou sorgo com baixo teor de tanino. Parece que a suplementação com metionina encontrou alguma resposta positiva para o caso de rações com sorgo de alto teor de tanino.

QUEIROZ (35), concluiu que o ganho de peso e a conversão alimentar dos pintos não foram influenciados pela suplementação de metionina nas rações contendo sorgo de baixo e alto teor de tanino; embora ao nível de 0,15% de metionina, em ambas as rações se tenha observado uma leve melhoria no ganho de peso, não significativa. Entretanto, a suplementação de lisina, resultou em melhor ganho de peso, sendo 0,4% o melhor nível para as rações com sorgo de alto e baixo teor de tanino. As rações eram isocalóricas e continham 22,7% de proteína.

FEATHERSTON (22), concluiu que as dietas com sorgo de baixo teor de tanino para pintos apresentaram melhor utilização de matéria seca e retenção de nitrogênio do que aquelas em que o sorgo continha alto teor de tanino. A suplementação com 0,15% de DL - metionina e 1% de polivinilpirrolidona resultou em melhor retenção de nitrogênio nas dietas com sorgo de alto valor de tanino.

A Utilização de Farelos Proteicos na Alimentação das Aves.

A proteína tem fundamental importância nas reações orgânicas que ocorrem a nível celular no corpo das aves. Um conjunto de trabalhos investigou a utilização de diversas fontes de proteína tanto de origem animal como vegetal. Procuraremos aqui ressaltar aqueles que mais prestam à definição de nosso modelo. Autores como Fonseca (24), Brandão (12), Valle (44), Gomes (26), Cuesta (17 e 18), Fonseca (25), Roland (36), Bougon (10 e 11), Srivastava (39), Al-Soudi (2), Cemmi (14), Ojeda (34) e Balloun (3), prestaram contribuição expressiva à pesquisa.

FONSECA (24), sintetizou um conjunto de pesquisas relativos a este particular que resumiremos a seguir: 1) A utilização de soja integral crua na alimentação de poedeiras não obtém resultados satisfatórios mesmo quando suplementou a ração com metionina, com relação à produção de ovos e conversão alimentar; 2) A produção de ovos decresceu mais em aves alimentadas com soja integral crua, em comparação com o grupo alimentado com farelo comercial de soja; 3) A substituição da farinha de baleia pela de cefalotórax de lagosta na alimentação de frangos de corte é possível, porém, sugere-se estudos sobre a padronização e a composição nutritiva da referida fonte proteica; 4) Existe substituição satisfatória da farinha de peixe pela de cefalotórax de lagosta em rações de frangos de corte. Em termos comparativos na base de proteína, a farinha de cefalotórax de lagosta custa 85% da farinha de peixe. A farinha de cefalotórax utilizada continha 86,51% de matéria seca, 43,98% de proteína, 16,35% de fibra, 3,17% de estrato, 14,62% de cálcio e 1,56% de fósforo. Em outros experimentos, concluíram que a farinha de peixe pode ser substituída pelo solúvel de cefalotórax de lagosta que apresenta a seguinte composição: 37,8% de matéria seca, 67,1% de proteína, 0,53% de fibra e 1,72% de cálcio; 5) Concluíram, através da comparação de uma farinha de peixe brasileira e outra americana que a primeira é de melhor qualidade. O custo para produzir 1kg de ganho de peso demonstra que 10% da farinha de peixe brasileira em dietas com uma relação EM/proteína de 135, seria a escolha mais econômica sob condições de preço do Brasil e que, 5% de farinha de peixe americana com relação EM/proteína de 140, seria a escolha mais viável sob condições de preços nos Estados Unidos; 6) Comprovou-se que o uso de farinha de peixe em rações de pinto nos níveis de 5% e 10% foi menos dispendioso do que rações a base de

milho e farelo de soja. A farinha de peixe resultou em melhor eficiência, redundando em maior ganho de peso; 7) Verificou-se que não houve melhoria na conversão alimentar e ganho de peso de frangos de corte quando usaram 0%, 2,5%, 5% e 7,5% de farinha de peixe na ração. A inclusão de 6% de sebo de boi melhorou sensivelmente o peso e a conversão alimentar; 8) A torta de mucuna na ração de pintos, foi usada até 12%, sem problemas; 9) Quedas no consumo de ração e no ganho de peso ocorreram quando se usou farelo de mamona desintoxicado até 12% na ração; 10) A disponibilidade de lisina no milho híbrido comum foi de 72% a 73%. O aquecimento do milho a 127°C reduziu a disponibilidade de lisina em 11%; 11) Foi observada uma queda linear no peso de pintos alimentados com ração contendo até 16% de farelo de girassol; 12) Os autores concluíram que existe viabilidade para aproveitamento de resíduos de incubação, provenientes de ovos claros e ovos não eclodíveis, na alimentação de aves.

Em 1978, BRANDÃO (12), estudando a substituição do farelo de soja pelo de mamona destoxicado na alimentação de frangos de corte, apresentou as seguintes conclusões: (a) no período inicial a ração contendo 11,6% de farelo de mamona promoveu maior peso médio, embora diferísse significativamente apenas do tratamento que continha 19,33% do referido farelo. (b) o efeito depressivo no crescimento das aves que receberam 15,46% e 19,33% de farelo de mamona, parece ter sido causado pelo efeito laxativo do óleo residual presente no farelo. (c) a conversão alimentar no período inicial apresentou variação significativa em relação à testemunha apenas nos níveis de 40% e 50% de substituição. Quando a substituição aumentou, agravou-se o problema. (d) na etapa final (36-56 dias) e no total do experimento (0-56 dias) as rações onde o nível de substituição foi de 10% promoveu melhores ganhos de peso. (e) a conversão alimentar piorou com o aumento do farelo de mamona na ração. (f) o efeito laxativo do óleo parece ser um fator muito limitante para a utilização do farelo de mamona em grande escala na alimentação de frangos de corte.

Em 1978, VALLE (44), procurou o efeito da farinha de carne e ossos (40% de proteína) armazenada por um longo período, na alimentação de frangos de corte. Quando armazenada por longo período, contendo gordura e sem adição de antioxidante, surge uma oxidação relativamente elevada. Uma ração contendo 6%

de farinha armazenada foi ministrada a frangos após 56 dias, não se verificando diferenças no ganho de peso, conversão alimentar e consumo, entre os tratamentos.

GOMES (26), estudou a utilização de farinha de carne suína (48,12% de proteína bruta) na alimentação de frangos de corte. O autor concluiu que o peso médio, consumo alimentar e conversão, não apresentaram diferenças significativas para os diversos tratamentos. O teor energético da ração aumentou com os acréscimos de farinha de carne. Os níveis de substituição testados, em relação à ração básica, foram para a proteína de farinha de carne: 0, 5, 10, 15, 20 e 25% da proteína total daquela ração.

CUESTA (17), concluiu ser factível do ponto de vista industrial, utilizar a farinha de sementes de altramuz doce como concentrado proteico nas rações de frango de corte em substituição à torta de soja, desde que se complemente a ração com metionina. Não houve diferença no ganho de peso durante o experimento que durou sessenta e três dias, quando a ração alternativa foi complementada com metionina. Para o caso de ração não complementada em comparação com a complementada só ocorreu diferenças acima do teor proteico de 15%.

CUESTA (18), concluiu que a farinha de sementes de altramuz, quando integra rações que se destinam a engordar frangos, até o nível de 12% e acompanhada de farinha de peixe, rende tão eficazmente como a farinha de soja, uma vez que a fonte proteica animal compensa sua deficiência em metionina.

FONSECA (25), apontou que alguns autores recomendam níveis de proteína inferiores a 20% para a fase final de criação de frangos de corte. Experimentou níveis proteicos de 20%, 18% e 16% para as fases de crescimento e engorda, e suas interações, concluindo de modo geral que: não se verifica efeito significativo do nível proteico sobre o ganho médio de peso durante o primeiro período (29-42 dias). A conversão alimentar melhorou com o aumento do nível proteico, passando de 2,3 ao nível de 16% de proteína para 2,2 para os outros tratamentos. O mesmo resultado apareceu para o período final (43-56 dias) relativamente ao ganho de peso. Esses resultados confirmam a conclusão dos autores citados anteriormente. No período final a conversão alimentar para 20% de proteína foi melhor. Os níveis proteicos não afetaram significativamente o rendimento da carcaça embora este

tenha diminuído.

ROLAND (36), estudou a influência da proteína, energia e cálcio no peso e qualidade de casca de ovos em galinhas próximas da fase de descarte. Concluiu que a redução do tamanho do ovo por variação no nível proteico, energético e de cálcio, reduz o depósito de casca do ovo, impedindo qualquer melhoramento em sua qualidade. Informa que o nível proteico pode ser reduzido até 11,5% pelo período de um a dois meses antes de seu descarte sem afetar a produção.

BOUGON (10), em 1978, estudou a possibilidade de incorporar Pruteen, como fonte proteica de ração. Concluiu que o rendimento das poedeiras e a qualidade dos ovos não se alteram com a inclusão do Pruteen. Entretanto, observou redução no consumo de alimentos quando a taxa de incorporação aumentou, devido à substituição do nível calórico da ração que deveria estar por volta de 3.300 Kcal/kg e não 2.870 Kcal/kg. O Pruteen foi incorporado às taxas de 3,6% e 9,6% nas rações que foram testadas.

BOUGON (11) em 1978, desenvolveu dois experimentos para verificar a possibilidade de substituição da farinha de arengue na alimentação de frangos e perus jovens. As rações testemunhas continham 3,75% e 6% de farinha de arengue. O Pruteen foi incluído às taxas de 1,25 e 2,5% em substituição da mesma quantidade da farinha de arengue. O peso dos frangos e o índice de consumo melhoraram em 1%. No caso dos perus o crescimento não foi alterado, mas o índice de consumo de alimentos melhorou 1%.

SRIVASTAVA (39), estudou o valor nutritivo do farelo de girassol para aves em comparação à torta de amendoim. Não constatou diferenças no ganho de peso, consumo e conversão alimentar para pintos e frangos. No caso de poedeiras a produção, peso e massa dos ovos, conversão e peso corporal, não foram alterados nas comparações. Os testes organolépticos efetuados a seguir com ovos cozidos não apresentaram diferenças no que tange ao sabor e aceitação do produto.

AL-SOUDI (2), estudou a utilização de polpa de tâmara como fonte de aminoácidos em substituição ao trigo, nas rações de frangos de corte. As aves foram alimentadas com índices de 5%, 10% e 15% de polpa de tâmara durante os períodos inicial e final da criação. As diferenças no ganho de peso e na conversão entre os tratamentos foram bastante significativas. Os resul

tados indicam que níveis de 10% de polpa de tâmara podem substituir o trigo na ração de frangos. A polpa de tâmara utilizada continha 9,1% de proteína bruta e os aminoácidos predominantes são: ácido glutâmico, aspargina, lisina e alanina.

CEMMI (14), concluiu que é possível substituir de 10 a 15% da quantidade de farelo de soja e de peixe por leveduras cultivadas sobre SCP (Tropina) na ração de poedeiras. As condições de saúde e a eficiência produtiva das poedeiras não foram alteradas. Utilizaram 270 aves, divididas em três grupos com 18 repetições. A produção de ovos e o consumo alimentar não foram alterados.

OJEDA (34), estudou o efeito de diferentes níveis de proteína para galinhas em produção. A análise estatística não mostrou diferenças entre os tratamentos. O consumo de alimento da dieta com baixo nível de proteína permitia às aves satisfazerem as necessidades mínimas estabelecidas para a produção ótima. O consumo de lisina estava dentro da faixa ótima. Os dados indicam que é possível otimizar a produção das aves a baixos níveis de proteína desde que o conteúdo de lisina e metionina sejam ótimos.

Ainda com relação aos farelos proteícos, o trabalho de Balloun (3) pode ser consultado. Basicamente ele trata de relatar pesquisas realizadas com farelos de soja, algodão, amendoim, girassol, dentre outros. Este trabalho destaca, sobretudo, as vantagens do farelo de soja como fonte bastante equilibrada de proteína para as aves.

Adicionalmente, uma boa indicação sobre a aplicação da programação linear na agricultura pode ser encontrada em Beneke (7).

III - METODOLOGIA

Este capítulo discute o problema geral de otimização matemática. Inicialmente ele ressaltava aspectos da otimização de funções restritas à igualdades e/ou desigualdades, evidenciando a impossibilidade da utilização do teorema de Lagrange, na maioria dos casos enfrentados pela firma, quando esta pretende otimizar seu lucro líquido. Mostra a aplicação do teorema de Kuhn-Tucker a um modelo genérico de maximização de lucros, interpretando, do ponto de vista econômico, as implicações das condições de ótimo. O objetivo de tal discussão, prende-se ao fato, deste conjunto de teoremas se constituir na principal hierarquia matemática, sobre a qual, se fundamenta muitos dos algoritmos de programação matemática linear e não linear⁽¹⁾.

Encerra-se o capítulo com uma informação genérica sobre modelos de programação matemática, onde são referenciadas algumas obras sobre este assunto.

III.1 - O PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA DA EMPRESA.

Genericamente, os modelos de otimização empregam um conjunto de técnicas clássicas. Em cada problema otimiza-se (maximizar ou minimizar) alguma função objetivo

$$\varphi = \varphi (X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) \quad (3-1)$$

sujeita a um conjunto de m restrições

$$H_i (X_1, X_2, \dots, X_n) = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-2)$$

onde $m < n$ e φ e H_i se supõem diferenciáveis.

Para sistemas formulados desta maneira, o método do multiplicador de Lagrange tem se revelado bastante útil. Entretanto, as tentativas de aplicar este sistema a certos tipos de modelos econômicos da empresa, podem dar origem a pelo menos três tipos de problemas. O primeiro deles, é a suposição de que as variáveis econômicas são não negativas, o que significa considerar os valores negativos absurdos. Com o método de Lagrange é

(1) Muitos autores apresentam boas discussões sobre o problema de otimização condicionada de funções, como por exemplo, Benavie, S;J. - Mathematical Techniques for Economic Analysis, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1962, pag. 62/127.

possível obter valores negativos que satisfaçam as condições de ótimo de primeira e segunda ordem. Se exigimos soluções não negativas devemos recorrer a outros métodos. Em segundo lugar, se a função objetivo ϕ e todas as restrições H_i para um determinado modelo são lineares, as derivadas parciais $\partial \phi / \partial x_j$ e $\partial H_i / \partial x_j$ são constantes e não é possível satisfazer as condições necessárias para um máximo ou mínimo finito. Isto reflete o fato de que uma função linear não apresenta máximo ou mínimo finito, salvo se impormos restrições sobre as variáveis, por exemplo, o requisito de não negatividade, embora mesmo assim não se consiga escapar da dificuldade mencionada. Em terceiro lugar, uma ou mais das restrições impostas podem adotar a forma de desigualdades:

$$H_i(x_1, \dots, x_n) > 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-3)$$

Neste caso, uma alternativa é esquecer as desigualdades (ou seja, tratá-las como equações) e aplicar o método de Lagrange. Entre tanto, isto pode resultar em soluções não factíveis para o modelo uma vez que tomou-se desigualdades por equações em sua totalidade, falhando o método de Lagrange. Alternativamente, podemos transformar as desigualdades em equações utilizando variáveis de folga (Slack variables) S_i :

$$H_i(x_1, \dots, x_n) - S_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-4)$$

Pode-se notar que (3-4) é apenas uma identidade que define S_i , não impondo restrição alguma a $x_1, x_2, \dots, x_n$, a menos que imponhamos a restrição de não negatividade:

$$S_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-5)$$

A restrição (3-5) garante que a desigualdade em (3-3) não se inverterá. Lamentavelmente, voltamos ao problema original das variáveis não negativas. Com o método de Lagrange não fica garantido que se obedeça às restrições (3-5). Estes três problemas correlatos ao método de Lagrange - 1) requisitos de não negatividade; 2) funções objetivos e restrições lineares; 3) desigualdades - constituem os fundamentos racionais para a aplicação de programação matemática na resolução de todos os modelos econômicos da empresa que se caracterizam por requisitos de não negatividade, linearidade na função objetivo e restrições e desigualdades. O método de Lagrange apresenta outro tipo de problema, e não pode ser aplicado a modelos dinâmicos que se ca

racterizam por problemas de incerteza e risco. Em nosso trabalho, trataremos de modelos da empresa que presumem condições de certeza completa e equilíbrio estático.

Desta forma o problema geral de programação matemática pode ser enunciado como: determinar os valores de n variáveis $X_1, X_2, \dots, X_n$ que otimizarão (maximizam ou minimizam) a função

$$Z = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (3-6)$$

sujeita a m restrições da forma

$$h_i(X_1, X_2, \dots, X_n) \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} \beta_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-7)$$

e as restrições de não negatividade

$$X_j \geq 0 \text{ ou } X_j \leq K \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3-8)$$

sendo K uma constante. Pode-se ainda desejar que o $\sum X_j$ seja igual a um valor dado.

Em (3-7) verifica-se apenas um dos símbolos $=, >, <$, para cada restrição⁽¹⁾.

Se a função (3-6) e as restrições (3-7) são lineares temos um caso especial da programação matemática, a programação linear. Se a função objetivo (3-6) é não linear temos um dos casos de programação não linear. Se um problema matemático exige que algumas ou todas as variáveis que o compõem assumam valores discretos ou inteiros temos o caso da programação inteira. Apresentamos a seguir um modelo de programação matemática da empresa e embasados no teorema de Kuhn-Tucker deduziremos e interpretaremos suas condições de ótimo.

III.2 - O MODELO

Em essência, o modelo considerado é uma extensão da aquele de maximização de lucro da empresa com produtos e fatores múltiplos para incluir fatores de produção tanto fixos como variáveis. Deste modo, supõe-se que todas as variáveis são não ne

(1) Empregamos h_i em lugar de H_i quando colocamos a constante β_i , no segundo membro. Por exemplo $H_i = \beta_i - h_i > 0$ para $h_i < \beta_i$.

gativas. Ele permite aproximações, por etapas, desde os modelos de análise marginal até os de programação matemática linear e não linear.

Vamos considerar uma empresa que utiliza m fatores variáveis e n fatores fixos para gerar p produtos diferentes, onde⁽²⁾:

$$X_{ik} = \text{Quantidade do } i\text{-ésimo fator variável empregada na fabricação do } k\text{-ésimo produto} \quad (3-9)$$

($i = 1, \dots, m; K = 1, \dots, p$).

$$Y_{ik} = \text{Quantidade do } j\text{-ésimo fator fixo empregada na fabricação do } k\text{-ésimo produto} \quad (3-10)$$

($i = 1, \dots, m; K = 1, \dots, p$).

$$Z_k = \text{Quantidade do } K\text{-ésimo produto} \quad (3-11)$$

($K = 1, \dots, p$)

$$Y_j = \text{Quantidade do } j\text{-ésimo fator fixo que a firma pode dispor no momento atual} \quad (3-12)$$

($j = 1, \dots, n$)

A função de produção da empresa está dada por

$$Q(Z_1, \dots, Z_p, X_{11}, \dots, X_{mp}, Y_{11}, \dots, Y_{np}) = 0 \quad (3-13)$$

e o consumo total do j -ésimo fator fixo na fabricação dos p produtos não pode exceder à disponibilidade dos mesmos para a empresa.

$$\sum_{K=1}^P Y_{jk} \leq Y_j \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3-14)$$

Podemos definir a renda da empresa como:

$$R = R(Z_1, \dots, Z_n) \quad (3-15)$$

e seu custo variável total como:

$$C = C(X_{11}, \dots, X_{mp}) \quad (3-16)$$

A transferência de fatores fixos da produção de um bem à de outro significa, de modo geral, incorrer em um custo.

(2) Este modelo está discutido em Thomas H. Naylor, "A Kuhn-Tucker Model of the Multi-Product, Multi-Factor Firm", Southern Economic Journal - vol. 31, Abril de 1965, pags. 324-30.

Este custo não muda em forma contínua com a produção de um bem, mas apenas à medida em que se modifica a composição de bens produzidos pela empresa. Pode-se chamá-lo de custo de conversão e expressá-lo como:

$$K = K(Y_{11}, \dots, Y_{np}) \quad (3-17)$$

Resulta daí que, $\partial K / \partial Y_{jk}$ - que se supõe positivo - denota o custo de converter, na margem, uma certa quantidade do j-ésimo fator fixo na produção do K-ésimo produto.

Dado o custo fixo de distintos K define-se a função lucro da empresa como:

$$\Pi = R - C - K - F \quad (3-18)$$

Dadas as condições de definição do problema, o método de Lagrange é ineficiente para maximizar (3-18). Deste modo, passamos a discutir o teorema de Kuhn-Tucker que é um método mais refinado e permite a análise de nosso problema.

III.3 - O TEOREMA DE KUHN-TUCKER E SUA APLICAÇÃO

Este conjunto de teoremas é muito conveniente para descrever as condições de ótimo de funções restritas, simultaneamente a igualdade e desigualdades. Constitui-se em uma verdadeira hierarquia matemática. Muitos algoritmos da programação matemática linear ou não linear se fundamentam neste teorema. Nosso interesse é utilizá-lo para derivar informações inerentes à análise econômica.

Por exemplo, ele pode ser utilizado na determinação dos valores extremos de uma função.

$$\vartheta = \vartheta(X_1, \dots, X_n) \quad (3-19)$$

onde as variáveis são restritas a um conjunto de desigualdades

$$H_i(X_1, \dots, X_n) \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (3-20)$$

Podemos utilizar o problema para qualquer um dos tipos de otimização; aqui vamos aplicá-lo para maximizar. Tanto as restrições como a função objetivo são supostas côncavas e diferenciáveis. Ainda relativamente às restrições, outra limitação é imposta no sentido de eliminar a possibilidade de que haja um

ponto único na fronteira destas⁽³⁾.

Podemos então formular a função de Lagrange como se segue:

$$L = \vartheta (X_1, \dots, X_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i \Pi_i (X_1, \dots, X_n) \quad (3-21)$$

para $X_j \geq 0$ $\lambda_i \geq 0$ ($j=1, \dots, n$; $i=1, \dots, m$)

No sentido de assegurar um máximo restrito em x_j^0, λ_i^0 , é necessário e suficiente que exista um ponto de sela no valor extremo. O conjunto x_j^0, λ_i^0 se denomina ponto de sela da função $L(x_j, \lambda_i)$ se

$$x_j^0 \geq 0, \lambda_i^0 \geq 0 \text{ e}$$

$$L(x_j, \lambda_i^0) \leq L(x_j^0, \lambda^0) \leq L(x_j^0, \lambda_i) \text{ para todos os}$$

$$x_j \geq 0 \text{ e } \lambda_i \geq 0.$$

Este ponto de sela pode ser imaginado como uma figura tridimensional que corresponde a um máximo sobre o eixo dos x (λ constante λ^0) e um mínimo no eixo dos λ (x constante em x^0).

Para assegurar a existência do ponto de sela é necessário e suficiente que as seguintes condições sejam satisfeitas:

$$\left. \frac{\partial L}{\partial x_j} \right|_{x_j = x_j^0} \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3-22)$$

$$\sum_{j=1}^n \left. \frac{\partial L}{\partial x_j} \right|_{x_j = x_j^0} \cdot x_j^0 = 0 \quad (3-23)$$

$$x_j^0 \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3-24)$$

(3) Esta condição é satisfeita se $L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1^0, \dots, \lambda_m^0)$ é uma função côncava em $x_1, \dots, x_n$ e $L(x_1^0, \dots, x_n^0, \lambda_1, \dots, \lambda_m)$ é uma função convexa em $\lambda_1, \dots, \lambda_m$. O símbolo x_j^0 , significa valores ótimos de ϑ .

$$\left. \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} \right|_{\lambda_i = \lambda_i^0} \leq 0 \quad (i=1, \dots, m) \quad (3-25)$$

$$\sum_{i=1}^m \left. \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} \right|_{\lambda_i = \lambda_i^0} \cdot \lambda_i^0 = 0 \quad (3-26)$$

$$\lambda_i^0 \geq 0 \quad (i=1, \dots, m) \quad (3-27)$$

A desigualdade escrita para a condição (3-22) se verificará apenas quando $X_j^0 = 0$. No caso de (3-25) a mesma desigualdade se verificará apenas quando $\lambda_i^0 = 0$, ou seja, se a i -ésima restrição não for inevitável.

No sentido de aplicar o teorema de Kuhn-Tucker ao problema de maximização de lucro da empresa, é necessário que (3-19), (3-13) e (3-14) sejam côncavas e diferenciáveis. A função de renda total se caracteriza por ter rendimentos marginais decrescentes para acréscimo da produção. Com o aumento da produção os custos marginais podem aumentar ou reduzir. Se os custos marginais são decrescentes, o valor absoluto da taxa de decréscimo deve ser menor ou igual à taxa de decréscimo da função de renda total marginal. A função de renda total da empresa é côncava se as condições precedentes forem cumpridas. A função de produção (3-13) deve ser diferenciável e segue a lei dos rendimentos decrescentes. As restrições de fatores fixos (3-14) são lineares e podem ser consideradas côncavas e convexas simultaneamente. Em consequência, tanto a função objetivo da empresa como suas restrições satisfazem os requisitos de concavidades do teorema de Kuhn-Tucker. Deste modo, a função de Lagrange que se formula é a seguinte:

$$L = R - C - K - F + \lambda Q + \sum_{j=1}^m \mu_j (Y_j - \sum_{K=1}^P Y_{jk}) \quad (3-28)$$

onde λ e μ_j são multiplicadores de Lagrange.

Corresponde às condições (3-22) a (3-27), as condições seguintes, (3-29) a (3-34), que são suficientes para um máximo restrito em $X_{1k}^0, Y_{jk}^0, Z_{jk}^0, \lambda^0$ e μ_j^0 , ($i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; K=1, \dots, P$).

$$\frac{\partial L}{\partial z_k} = \frac{\partial R}{\partial z_k} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial z_k} \leq 0 \quad (K=1, \dots, p) \quad (3-29a)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_{ik}} = - \frac{\partial c}{\partial x_{ik}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial x_{ik}} \leq 0 \quad (i=1, \dots, m; K=1, \dots, p) \quad (3-29b)$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_{jk}} = - \frac{\partial K}{\partial y_{jk}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial y_{jk}} - \mu_j \leq 0 \quad (3-29c)$$

$$(j=1, \dots, n; k=1, \dots, p)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{K=1}^p \frac{\partial R}{\partial z_k} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial z_k} \cdot z_k^0 + \sum_{i=1}^m \sum_{K=1}^p - \frac{\partial c}{\partial x_{ik}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial x_{ik}} \cdot x_{ik}^0 + \\ & + \sum_{j=1}^n \sum_{K=1}^p - \frac{\partial K}{\partial y_{jk}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial y_{jk}} - \mu_j \cdot y_{jk}^0 = 0 \end{aligned} \quad (3-30)$$

$$z_k^0 \geq 0 \quad (K=1, \dots, p) \quad (3-31a)$$

$$x_{ik}^0 \geq 0 \quad (i=1, \dots, m; K=1, \dots, p) \quad (3-31b)$$

$$y_{jk}^0 \geq 0 \quad (j=1, \dots, n; K=1, \dots, p) \quad (3-31c)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = Q \geq 0 \quad (3-32a)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_j} = y_j - \sum_{K=1}^p y_{jk} \geq 0 \quad (j=1, \dots, n) \quad \text{ou} \quad (3-32b)$$

$$\sum_{K=1}^p y_{jk} \leq y_j$$

$$Q \cdot \lambda^0 + \sum_{j=1}^n (y_j - \sum_{K=1}^p y_{jk}) \cdot \mu_j = 0 \quad (3-33)$$

$$\lambda^0 \geq 0 \quad (3-34a)$$

$$\mu_j^0 \geq 0 \quad (j=1, \dots, n) \quad (3-34b)$$

III.4 - INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA

Vamos agora detalhar o significado econômico das relações (3-29) a (3-34). Antes, porém, é necessário definir em termos econômicos os multiplicadores de Lagrange λ e μ_j . A interpretação de λ fica simplificada se admitirmos que Q é um produto arbitário qualquer, apesar de que na realidade é um mero símbolo que denota a forma implícita da função de produção. Dada esta interpretação para Q , então λ corresponde ao preço-sombra atribuído a Q . A interpretação de μ_j é bem mais direta, ou seja, são os custos de oportunidade associados aos fatores fixos.

A condição (3-29 a) pode ser reescrita como:

$$\frac{\partial R}{\partial Z_K} \leq - \lambda \frac{\partial Q}{\partial Z_K} \quad (K=1, \dots, p) \quad (3-35)$$

A receita marginal (ou o preço, em caso de concorrência perfeita) do K -ésimo produto deve ser menor ou igual ao custo de produzir o mesmo. Verificando-se a igualdade em (3-35) para um determinado produto, isto implica em que o mesmo está sendo produzido em nível ótimo. Se a igualdade se verificar para todos os K , então para dois produtos a e b quaisquer,

$$\frac{R_{Ma}}{R_{Mb}} = - \frac{\partial Z_b}{\partial Z_a} \quad (3-36)$$

Isto indica que quando a firma está produzindo quantidades ótimas de a e b , a razão de suas receitas marginais deve ser igual à taxa de transformação de produtos de ambos os bens. Caso a desigualdade (3-35) se verifique a empresa não fabricará o K -ésimo produto pois o custo marginal de fazê-lo é superior à receita marginal gerada. Se a receita marginal excede o custo marginal de um determinado produto, a empresa deve aumentar seu nível de saída até que a igualdade na margem se verifique.

A condição (3-29 b) pode ser formulada como

$$\frac{\partial C}{\partial X_{ik}} \geq \lambda \frac{\partial Q}{\partial X_{ik}} \quad (i=1, \dots, m; K=1, \dots, p) \quad (3-37)$$

Esta relação diz que o custo marginal do i -ésimo fator variável empregado na produção do K -ésimo produto deve ser maior ou igual ao valor marginal atribuído ao uso de uma unidade

de do i -ésimo fator variável empregado na fabricação do K -ésimo produto. Em todos os casos onde a igualdade para (3-37) se verificar, o i -ésimo fator variável estará sendo empregado em seu nível ótimo com respeito ao K -ésimo produto. Se, para um determinado produto K , a igualdade se verificar para os m fatores variáveis, para quaisquer dois destes fatores a , b .

$$\frac{MFCa}{MFCb} = - \frac{\partial X_{bk}}{\partial X_{ak}} \quad (K=1, \dots, p) \quad (3-38)$$

ou seja, quando se consomem quantidades ótimas de a e b na produção do K -ésimo bem, a razão de seus custos marginais deve ser igual à sua taxa de substituição técnica. Se a desigualdade (3-37) se verificar, a empresa ao maximizar a renda, não empregará o i -ésimo fator variável na produção do K -ésimo produto, pois, o custo marginal de usar o i -ésimo fator variável na produção do K -ésimo bem, excede o valor marginal da quantidade produzida deste. Se o valor marginal atribuído ao emprego do i -ésimo fator variável na produção do K -ésimo produto é maior que o custo marginal do i -ésimo fator variável, deve-se aumentar a utilização deste fator, na produção deste bem. Se em (3-35) e (3-37) ocorre a igualdade para todas as i e k , se selecionamos qualquer fator variável a e qualquer produto b , então

$$MFCab = RM_a \cdot \frac{\partial Z_b}{\partial X_{ab}} \quad (3-39)$$

onde $MFCab$ denota o custo marginal do fator a na produção de b . Temos, então, que o custo marginal do fator a deve ser igual ao valor do produto marginal de b com respeito a a .

A condição (3-29) tem um interesse bastante particular: não tem contrapartida teórica do modelo de análise marginal. Podemos reescreve-la na seguinte forma:

$$\lambda \frac{\partial Q}{\partial Y_{jk}} - \frac{\partial K}{\partial Y_{jk}} \leq \mu_j \quad (j=1, \dots, n; K=1, \dots, P) \quad (3-40)$$

Esta condição expressa que o valor marginal do emprego de uma unidade do j -ésimo fator fixo na produção do K -ésimo produto, subtraído do custo marginal de converter uma unidade do j -ésimo fator fixo na produção do K -ésimo bem, deve ser menor ou igual ao valor marginal atribuído ao j -ésimo fator fixo. Se em

(3-40) se verifica a igualdade, o fator fixo j está sendo utilizado no ponto de ótimo na produção do produto K . Se ocorrer a desigualdade, então não se utiliza o j -ésimo fator fixo na produção do K -ésimo produto. Se a desigualdade é invertida, então a empresa deverá aumentar a utilização do j -ésimo fator fixo na produção do K -ésimo bem. Deve-se mencionar que, se existir excesso de capacidade no j -ésimo fator fixo, a restrição correspondente não é inevitável e (3-40) se converte em

$$-\frac{\partial K}{\partial Y_{jk}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial Y_{jk}} = 0 \quad (j=1, \dots, n; k=1, \dots, p) \quad (3-41)$$

Da análise das condições (3-29 a), (3-29 b) e (3-29 c) deduz-se que se cumprem os requisitos para (3-30); para

$$\frac{\partial R}{\partial Z_k} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial Z_k} = 0 \quad \text{ou } Z_k^0 = 0$$

$$-\frac{\partial c}{\partial X_{ik}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial X_{ik}} = 0 \quad \text{ou } X_{ik}^0 = 0$$

$$-\frac{\partial K}{\partial Y_{jk}} + \lambda \frac{\partial Q}{\partial Y_{jk}} - \mu_j = 0 \quad \text{ou } Y_{jk}^0 = 0$$

Desenvolvida algebricamente, a condição (3-30) significa, do ponto de vista econômico, que o lucro total da firma deve ser igual ao custo atribuído a seus fatores escassos, ou seja, o lucro da empresa, uma vez remunerados os fatores escassos, deve ser nulo. Não se deve confundir esta condição de lucro nulo com aquela para o equilíbrio de longo prazo em condições de concorrência perfeita.

As condições (3-31 a), (3-31 b) e (3-31 c) estão satisfeitas pelo pressuposto de factibilidade econômica. A equação (3-13), indica que para a condição (3-32 a) a igualdade sempre será satisfeita. Se ocorrer um excesso de oferta do j -ésimo fator fixo, a desigualdade se verificará para a condição (3-32 b) e μ_j será nulo. A igualdade ocorrerá se não existir excesso de oferta do j -ésimo fator fixo. Portanto, a condição (3-33) verifica-se necessariamente.

Admitido $Q = 0$, a equação (3-33) pode ser reescrita como:

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_j^0 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \mu_j y_{jk}^0$$

indicando que o valor total dos recursos escassos de que dispõe a firma deve ser igual aquele dos recursos escassos empregados no processo produtivo. Supondo os multiplicadores de Lagrange não negativos, as condições (3-34 a) e (3-34 b) se cumprem.

O modelo utilizado, além de conter a maior parte das características importantes da análise marginal, apresenta três outras muito relevantes na programação matemática: requisitos de não negatividade, fatores fixos de produção e restrições incorporando desigualdade.

III.5 - MODELOS DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA - BREVE DESCRIÇÃO

Como já evidenciamos, o problema geral de programação matemática da empresa consiste em determinar valores extremos da função $\varnothing (X_1, \dots, X_n)$ dadas as $m + n$ restrições $h_i (X_1, \dots, X_n) (< = >) \beta_i$ onde $(i=1, \dots, m)$ e $X_j \geq 0 (j=1, \dots, n)$. Podemos considerar os modelos de programação matemática dentro de três subconjuntos: linear, não linear e inteira. No caso da linear, $\varnothing$ e h_i são funções lineares. No caso da não linear, a função objetivo e as restrições são não lineares. A programação inteira refere-se à categoria de problemas em que a solução deve expressar-se como números inteiros. Nestes três casos assume-se que as empresas encontram-se em equilíbrio estático e em condições de certeza. Entretanto, existem ainda dois outros casos importantes dentro da programação matemática: a programação estocástica e a dinâmica. A estocástica inclui os casos em que os parâmetros $\varnothing$ e h_i são variáveis aleatórias. Para uma boa revisão de literatura sobre a programação estocástica, ver MADANSKY (30)⁽¹⁾. A programação dinâmica é um método matemático de análise empregado para resolver problemas de decisão em etapas múltiplas, ou seja, problemas em que as decisões das etapas precedentes são convertidas em condições da etapa seguinte. Existem técnicas matemáticas para a solução de extensos problemas de decisão por etapas múltiplas, envolvendo condições de não linearidade e incerteza bem como de li

(1) A literatura registra boas contribuições sobre a programação estocástica, como por exemplo, os trabalhos de CHARNES e COOPER (15), DANTZIG (19), EVERS (21), KATAOKA (29), MADANSKY (31), TINTNER (41), dentre outros.

nearidade e certeza total⁽²⁾. As referências mencionadas anteriormente estão citadas na bibliografia, Apêndice-B.

(2) Os livros de BELLMAN (5) e BELLMAN - DREYFUS (6) são boas referências sobre teoria e aplicação da programação dinâmica.

IV - MODELO CONCEITUAL

Este capítulo destina-se a discutir aspectos das condições de equilíbrio da firma e pressupostos necessários à aplicação da programação linear no seu processo de decisão. Faz comparações entre as funções de produção da teoria econômica ortodoxa e aquela definida pelo processo de produção linear. Deriva um processo de parametrização da função de custo, apresentando, ainda, aspectos dos elementos de decisão da firma diante da possibilidade de produção linear e finaliza com uma digressão sobre o ajustamento do produtor de ração, face às variações nos preços dos insumos.

Para a aplicação da técnica de programação linear na solução de problemas da empresa, torna-se necessário fazer um conjunto de pressupostos dentro do qual os resultados obtidos pela aplicação do método, são passíveis de análise. Não procurando explorar estes pressupostos em grande extensão, poderemos resumí-los em:

- 1) CONCORRÊNCIA PERFEITA - Os preços dos insumos e dos produtos são conhecidos pela firma.
- 2) LINEARIDADE - Existe uma razão definida entre os diversos insumos e entre estes e os produtos a serem produzidos. Estas razões são constantes e independentes da medida em que se emprega o processo de produção.
- 3) DIVISIBILIDADE - Qualquer processo pode ser empregado para um nível de produção positivo desde que os recursos estejam disponíveis.
- 4) ADICIONALIDADE - Dadas as limitações de disponibilidade de recursos, quaisquer dos dois processos podem ser empregados simultaneamente e a quantidade de produtos e insumos produzidos e utilizados nestes devem ser iguais à soma aritmética das quantidades empregadas ou obtidas em cada processo individualmente.
- 5) CONDIÇÃO DE FINITUDE - O número de processos produtivos disponíveis deve ser finito.

Embora do ponto de vista conceitual, nos dias de ho

je, seja irrelevante a comparação entre os modelos de análise marginal e linear da empresa, uma vez que a programação matemática existe independentemente da teoria econômica ortodoxa e vice-versa, apresentamos as principais regras de decisão oriundas da análise marginal da empresa e explicitamos o conjunto de pressupostos de programação linear.

Dentro das condições de otimização na teoria marginalista, o ótimo assume a forma das seguintes regras de decisão:

- 1) A razão dos preços de dois produtos quaisquer deve se igualar à taxa marginal de transformação de produtos entre ambos.
- 2) A razão dos preços de dois fatores quaisquer deve se igualar à taxa marginal de substituição técnica entre ambos.
- 3) A razão dos preços de qualquer combinação fator-produto deve se igualar ao produto marginal para esta combinação particular de fator-produto.

O modelo de programação linear da empresa onde se admite produtos e fatores múltiplos - para se assegurar um amplo caráter de generalidade - fundamenta-se no seguinte conjunto de pressupostos:

- 1) A empresa possui atividades independentes onde cada atividade é a maneira particular de combinar um máximo de "n" fatores variáveis para produzir um determinado produto. Cada atividade emprega proporções variáveis de fatores e cada produto pode ser produzido por mais de uma atividade. Logo, o número destas pode superar ao de itens produzidos.
- 2) Admite-se que a empresa opera em regime de concorrência perfeita, ou seja, os preços dos produtos e fatores variáveis são fixos e conhecidos.
- 3) O objetivo central da empresa é minimizar custos, sujeito às restrições impostas pela natureza de sua atividade e às quantidades disponíveis de fatores fixos.
- 4) Cada atividade se caracteriza por relações fixas

entre os insumos e o produto obtido. Estas rela
ções são constantes e independem da medida em que
se emprega cada uma delas. As funções de produção
da empresa são homogêneas de grau um, ou seja,
admitem rendimentos constantes à escala.

- 5) Os fatores fixos da empresa são perfeitamente di
visíveis quanto à sua utilização, porém a quanti
dade total a ser utilizada para cada um tem um li
mite. Assim, a seleção de níveis de atividade é
dada pela disponibilidade de fatores fixos.
- 6) A adicionalidade se verifica no processo operacion
al da empresa.
- 7) A natureza exata da função de produção da empres
a foi predeterminada por um conjunto de decisões
técnicas na área de engenharia.
- 8) Os fatores e produtos da empresa são perfeitament
e divisíveis.
- 9) Os preços dos fatores e produtos bem como os coe
ficientes técnicos da empresa (insumo-produto) não
variam durante o período considerado.
- 10) Não se permite que os preços dos fatores e produtu
tos, bem como os coeficientes técnicos que determin
am os níveis de atividade sejam variáveis aleató
rias.

IV.1 - O MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR DA EMPRESA

Antes de formalizar este modelo faremos uma breve comparação entre as funções de produção utilizadas pela análise marginal e a programação linear. Dentro do conceito de análise marginal (cuja função de produção representa o lugar geométrico de pontos de fronteira) a maximização do benefício possui duas etapas. A primeira consiste em determinar a tecnologia da empresa, ou seja, estabelecer um modelo que permita maximizar o produto físico. A segunda etapa consiste em maximizar o lucro, dada a função de produção e as condições impostas por esta. O grande problema da análise marginal é que ela se ocupa apenas da segunda etapa. Entretanto, a solução do problema tecnológico da empresa pode originar uma função de produção que não possui propriedades, tais como continuidade, concavidade e derivadas de primeira e segunda ordem não nulas. Nestas condições, a análise marginal pode não ser a mais conveniente para a solução de problemas de otimização da empresa, conforme também proposto por DORFMAN (20). Este autor resume as diferenças mais notáveis entre os dois tipos de função de produção da seguinte maneira:

" ... A atividade da programação linear é um conceito definido em forma mais específica que a função de produção da análise marginal. Uma função de produção é uma família de atividades que empregam os mesmos fatores e geram os mesmos produtos. Ao comparar dois pontos quaisquer sobre uma superfície de produção, se as razões internas dos insumos e produtos em ambos os pontos são iguais, representarão níveis diferentes da mesma atividade; em caso contrário representarão atividades diferentes.

A função de produção é, pois, uma ferramenta para exibir e comparar atividades diferentes, porém, relacionadas. O que não representa de maneira adequada é a consequência de empregar várias atividades em paralelo e tais combinações de atividades são características da indústria moderna" (1).

(1) DORFMAN (20, pág. 15)

Deve-se ressaltar que a programação linear pode estabelecer de uma só vez a quantidade a ser produzida e a estrutura tecnológica ótima das atividades produtivas.

Pode-se explicitar o modelo de programação linear da empresa como se segue⁽¹⁾.

Considera-se uma empresa que tem a disponibilidade de "p" atividades produtivas independentes, onde a atividade é uma maneira particular de combinar um máximo de "m" fatores variáveis com um máximo de "n" fatores fixos para a produção de uma unidade de produto. Suponhamos, então, o seguinte:

Z_k = Nível da K-ésima atividade ($k=1, \dots, p$)

X_{ik} = Quantidade total do i-ésimo fator variável requerido para a k-ésima atividade ($i=1, \dots, m$; $k=1, \dots, p$)

Y_{jk} = Quantidade total do j-ésimo fator fixo requerido pela k-ésima atividade ($j=1, \dots, n$; $k=1, \dots, p$)

Y_j = Quantidade do j-ésimo fator fixo disponível na atualidade ($j=1, \dots, n$)

a_{ik} = Quantidade do i-ésimo fator variável requerido por uma unidade da k-ésima atividade ($i=1, \dots, m$; $k=1, \dots, p$)

b_{jk} = Quantidade do j-ésimo fator fixo requerido por uma unidade da k-ésima atividade ($j=1, \dots, n$; $k=1, \dots, p$)

P_k = Preço competitivo da k-ésima atividade ($k=1, \dots, p$)

C_i = Preço competitivo por unidade do i-ésimo fator variável ($i=1, \dots, p$)

K_{jk} = Custo de converter uma unidade do j-ésimo fator fixo para ser utilizado na k-ésima atividade - ($j=1, \dots, n$; $k=1, \dots, p$)

A partir deste ponto assumimos que os índices das variáveis sejam os mesmos e não os definiremos novamente. Nosso problema se converte, então, em determinar os valores de Z_k , X_{ik}

Y_{jk} que maximizam:

—) Consultas poderão ser feitas a Naylor, H. T. e Vernon, J. Microeconomics and Decision Models of the Firm. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. New York, 1969.

$$\pi = \sum_{k=1}^p P_k Z_k - \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p C_i X_{ik} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p K_{jk} Y_{jk} \quad (4-1)$$

Sujeito a:

$$X_{ik} = a_{ik} Z_k \quad (4-2)$$

$$Y_{jk} = b_{jk} Z_k \quad (4-3)$$

$$\sum_{k=1}^p Y_{jk} < Y_j \quad (4-4)$$

As restrições (4-2), (4-3) referem-se às relações fixas fator-produto em cada atividade e disponibilidade de fatores fixos.

Este problema pode ser resolvido através de simplex mas nesta fase vamos utilizar o teorema de Kuhn-Tucker para interpretá-lo, à luz da teoria econômica. Na parte metodológica já discutimos formalmente este teorema e, agora, vamos aplicá-lo. Os requisitos de concavidade cumprem-se, posto que a função objetivo e as restrições são lineares. A função de Lagrange de nosso problema é:

$$\begin{aligned} L = \pi + \sum_{j=1}^n \mu_j (Y_j - \sum_{k=1}^p Y_{jk}) + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p v_{ik} \\ (X_{ik} - a_{ik} Z_k) + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \omega_{jk} (Y_{jk} - b_{jk} Z_k) \end{aligned} \quad (4-5)$$

Os símbolos μ_j , v_{ik} e ω_{jk} , são multiplicadores de Lagrange. As condições (4-6) a (4-11) seguintes, correspondem às condições necessárias e suficientes do teorema de Kuhn-Tucker para um máximo restrito em Z_k^0 , X_{ik}^0 , Y_{jk}^0 , μ_j^0 , v_{ik}^0 , ω_{jk}^0 .

$$P_k \leq \sum_{i=1}^m v_{ik} a_{ik} + \sum_{j=1}^n \omega_{jk} b_{jk} \quad (4-6a)$$

$$-C_i \leq v_{ik} \quad (4-6b)$$

$$\omega_{jk} - K_{jk} \leq \mu_j \quad (4-6c)$$

$$\sum_{k=1}^p P_k Z_k^0 - \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p C_i X_{ik}^0 - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p K_{jk} Y_{jk}^0 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \mu_j b_{jk} Z_k^0 \quad (4-7)$$

$$z_k^0 \geq 0 \quad (4-8a)$$

$$x_{ik}^0 \geq 0 \quad (4-8b)$$

$$y_{jk}^0 \geq 0 \quad (4-8c)$$

$$\sum_{k=1}^p y_{jk} \leq y_j \quad (4-9a)$$

$$x_{ik} \geq a_{ik} z_k \quad (4-9b)$$

$$y_{jk} \geq b_{jk} z_k \quad (4-9c)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j^0 y_j = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p y_{jk} \mu_j^0 \quad (4-10)$$

$$\mu_j^0 \geq 0 \quad (4-11a)$$

$$v_{ik}^0 \geq 0 \quad (4-11b)$$

$$\omega_{jk}^0 \geq 0 \quad (4-11c)$$

Tentaremos, a seguir, interpretar algumas das condições acima, fixando-nos naquelas que apresentam alguma diferença do teorema genérico de Kuhn-Tucker discutido na parte metodológica. Os multiplicadores de Lagrange μ_j , v_{ik} , ω_{jk} , representam os preços que a empresa estaria disposta a pagar por uma unidade marginal de determinado fator. O valor marginal do j -ésimo fator fixo é μ_j ; o valor marginal do i -ésimo fator variável empregado na k -ésima atividade é v_{ik} e o valor marginal do j -ésimo fator fixo empregado na k -ésima atividade é ω_{jk} .

A condição (4-6a) é análoga àquela para a análise marginal, com a diferença que, dentro do modelo de programação, sua ênfase prende-se à atividade. Ela se presta à decisão de se utilizar uma certa atividade ou não. Nesta situação, o preço unitário da k -ésima atividade deve ser menor ou igual à soma dos custos dos fatores fixos e variáveis empregados na sua produção. Então a tecnologia estabelecida tem lucro nulo. As atividades fora desta situação não são demandadoras dos recursos escassos de produção e portanto não utilizáveis.

A condição (4-6b) não encontra analogia com a análise marginal pois a taxa marginal de substituição entre fatores não se define no modelo de programação linear. Ela estipula apenas que se na k -ésima atividade se emprega a i -ésima variável, o preço do fator respectivo deve ser igual ao valor marginal atribuído ao i -ésimo fator variável empregado na atividade. Se tivéssemos alocado cada atividade à produção de um dos produtos da empresa e se diversas atividades fossem capazes de fabricar o mesmo produto, respeitadas as respectivas proporções de fatores, as curvas de isoproduto seriam poligonais lineares (formadas por segmentos) que uniriam pontos correspondentes sobre os diferentes raios vetores de atividade, e a inclinação destes seriam as taxas marginais de substituição.

A condição (4-6c) não encontra similar na análise marginal. Ela enuncia que o valor marginal do j -ésimo fator fixo empregado na k -ésima atividade, subtraído do custo marginal de converter uma unidade do j -ésimo fator fixo na k -ésima atividade, deve ser menor ou igual ao valor marginal atribuído ao j -ésimo fator fixo. Na hipótese de se verificar a igualdade o fator fixo estará sendo utilizado no nível ótimo. Se ocorrer um excesso de capacidade no j -ésimo fator fixo, $\omega_{jk} - K_{jk} = 0$.

Empregando as equações (4-2) e (4-3) e a definição de lucro por unidade da k -ésima atividade, é possível expressar a condição (4-6a) como:

$$P_k - \sum_{i=1}^m C_i a_{ik} - \sum_{j=1}^n K_{jk} b_{jk} < \sum_{j=1}^n \mu_j b_{jk} \quad (K=1, \dots, p) \quad (4-12)$$

Esta é a formulação matemática das restrições do problema dual de programação linear e diz que o benefício da k -ésima atividade não pode superar o custo atribuído a esta. O ponto de sela da função de Lagrange possui algumas características de interesse. A função objetivo π se maximiza em $z_k^0, x_{ik}^0, y_{jk}^0$ e a função objetivo do dual, se minimiza em $\mu_j^0, u_{ik}^0, \omega_{jk}^0$ e $\pi^0 = \tau^0$, onde a função dual é definida como:

$$\pi = \sum_{j=1}^n \mu_j y_j \quad \text{e suas restrições lineares são re}$$

presentadas por (4-12).

A condição (4-7) diz que a empresa deve ter lucro nulo; uma vez remunerados todos os fatores escassos. As condições (4-8a) a (4-8c) são satisfeitas pelos pressupostos de factibilidade econômica. A condição (4-9) estipula que não se pode utilizar um fator fixo além da quantidade disponível do mesmo. No caso de (4-10), os valores atribuídos aos recursos escassos deve ser igual ao valor dos mesmos recursos empregados na produção. As condições (4-11) dizem que os multiplicadores de Lagrange são não negativos.

Podemos resumir as condições de ótimo do modelo de programação linear nas seguintes regras de decisão.

- 1) O preço unitário de cada atividade deve ser menor ou igual à soma dos custos atribuídos aos fatores fixos e variáveis, utilizados para produzir uma unidade desta.
- 2) Para cada combinação variável de fator-atividade, o preço unitário do fator variável dado deve ser maior ou igual ao valor marginal imputado ao fator com respeito à atividade.
- 3) O custo de conversão de uma unidade de um fator fixo qualquer em uma atividade deve ser maior ou igual ao valor marginal imputado ao fator utilizado na atividade.
- 4) O benefício total da empresa, uma vez remunerados os recursos escassos (fixos), deve ser nulo.
- 5) O valor atribuído aos recursos escassos de que dispõe a empresa deve ser igual àquele para o mesmo tipo de recurso por ela empregado na produção.

Como se observa, a principal diferença entre o modelo de análise marginal e o de programação linear reside nos presupostos iniciais e na implicação econômica de algumas condições de ótimo.

IV.2 - ELEMENTOS DE ANÁLISE DO AJUSTAMENTO DO PRODUTOR DE RAÇÃO AS VARIAÇÕES NOS PREÇOS DOS INSUMOS

Dada a função custo, definida linearmente nas quantidades, pode-se minimizá-la, sujeito a certas restrições conforme indicado anteriormente. Podemos verificar as alterações na solução ótima pela mudança no preço de um dos fatores ou em qualquer dos coeficientes técnicos inerentes ao processo produtivo. Por exemplo, podemos fixar $n-1$ preços e variando apenas um, estudar as mudanças ocorridas na solução ótima, ou seja, como o custo ou a quantidade variam para mudanças nas relações de preços. Entretanto, no caso da programação linear, a quantidade permanece inalterada para determinados intervalos de preços e varia bruscamente para alterações de preços além dos extremos. Deste modo gera-se uma imagem gráfica descontínua como apresentada na figura-1:

Vamos admitir que P_m seja o preço do produto no atacado, ao qual a firma pode comprar a quantidade que quizer. A este preço, ela irá utilizar uma quantidade Q_0 do produto. Entretanto, esta solução é estável, ou seja Q_0 permanece inalterada, para preços de produtos contidos no intervalo $P_0 P_1$. Assim que o preço for ligeiramente superior a P_1 a quantidade utilizada do insumo cai para Q_1 e permanece constante no intervalo de preço $P_1 P_2$. Quando o preço cai abaixo de P_0 , a quantidade do insumo aumenta para Q_2 e permanece constante no intervalo de preços $P_0 P_3$. Apesar de conseguirmos uma variação inversa entre preço e quantidade, nota-se que a curva que relaciona estas duas variáveis é descontínua, não possuindo pois derivada, nesta região de descontinuidade. Contudo, fazendo uma abstração meio grosseira, podemos ter indicações da elasticidade-arco para cada variação de

preço-quantidade. Naturalmente que acréscimos no preço do produto com sua quantidade constante, implica em acréscimo na função objetivo. A curva de "procura potencial" ou de ajustamento, pode ter elasticidade nula, ou seja, ser totalmente inelástica, quando as variações nos preços levam à utilização das quantidades mínima ou máxima de certos fatores. Se isto ocorre, a implicação é que dada a tecnologia de produção, a firma terá que usar o fator para preços superiores ao que estabelece o limite mínimo, ou inferiores, ao que limita ao máximo, respectivamente. Por exemplo, quando fixamos um nível mínimo de participação para o milho na ração, a partir de um certo preço, a firma usará esta quantidade e a curva de ajustamento torna-se totalmente inelástica. A elasticidade-arco pode ser determinada segundo o critério sugerido por BILLAS (8), onde o preço e quantidade são médias dos valores extremos.

As curvas de custo marginal e médio, coincidem e são horizontais até alcançar a produção máxima e logo se tornam verticais como mostrado na figura-2.

Figura - 2

Como se observa, estas curvas são contínuas, porém não continuamente deriváveis e se deslocam aos saltos. Se temos dois processos capazes de produzir o mesmo produto, porém vamos usar uma combinação destes, as curvas de custo marginal e médio apresentam a conformação mostrada na figura-3.

Figura - 3

Os dois custos coincidem para a produção até X_1 . No intervalo $X_1 X_2$ são diferentes. São contínuas, crescem verticalmente na produção máxima (X_2), porém não são continuamente diferenciáveis pois deslocam-se aos saltos ⁽¹⁾.

BAUMOL (4), mostra a conformação das curvas do produto médio e marginal, conforme mostramos na figura-4.

Figura - 4

A curva de produto médio é contínua porém não diferenciável continuamente, e a mudança de inclinação em seus segmentos coincide com as mudanças na curvatura da curva de produto total.

O produto marginal é constante em cada ponto correspondente ao produto total, pois a inclinação deste não se modifica dada sua natureza linear. Entretanto ele se desloca aos saltos; ficando constante e igual a zero no ponto onde o produto total é máximo. Para cada inclinação constante nos ramos lineares da curva de produto máximo temos um segmento linear do produto marginal.

"Em nosso diagrama observamos um fenômeno muito similar àquele observado para a curva de custo da empresa. As curvas de produtividade da programação linear apresentam retornos decrescentes e em particular, produto marginal decrescente. Mas estes decréscimos ocorrem caracteristicamente, em saltos" ⁽¹⁾.

(1) Para uma discussão mais completa do comportamento destas curvas ver BAUMOL (4, pág. 293) e WU (47).

Como observamos, os pontos de vista da análise marginal e da programação linear não são, de tudo, diferentes. A programação linear admite que a função de produção é linear e homogênea e que ela se desloca aos altos e descontinuamente, gerando o mesmo tipo de comportamento das curvas de indiferença e produtividades marginal e média. Entretanto, pelo menos em um aspecto, a programação linear apresenta uma vantagem relativamente à análise marginal: permite visualizar o que está por trás da função de produção em termos de escolha ótima de combinação de processos para um dado conjunto de insumos ou produtos.

As curvas de indiferença, no caso da programação linear, apresentam a imagem mostrada na figura-5.

Cada um dos raios vetores OP representa um processo de produção e sua inclinação define a razão dos fatores (X_1 , X_2) que integram este. A linha quebrada $E_2E_1E_3$ representa um nível de produto e a $F_2F_1F_3$, outro, porém mais elevado. Qualquer dos pontos que caem sobre um raio vetor específico, pode ser produzido totalmente pelo processo específico. No caso do ponto H , que está na isoquanta $F_2F_1F_3$, precisamos combinar os processos P_3 e P_1 no sentido de garantir a obtenção de um ótimo⁽¹⁾.

Uma dúvida que pode surgir é: porque a linha pontilhada F_3F_2 não representa a isoquanta dos três processos, uma vez que ele é um segmento de reta entre estes dois pontos. Acontece que esta linha não ocorreria em uma solução ótima como veremos a seguir. Vamos admitir o ponto G na linha F_3F_2 . Existem pontos em $F_3F_1F_2$, como H que representam o mesmo nível de produto que aquele representado por G em F_2F_3 e que está situado abaixo e à esquerda deste. Então, H utiliza menos de ambos os fatores do que se consegue em G , mas, H e G , fornecem o mesmo

(1) A demonstração desta assertiva pode ser encontrada em BAUMOL (4, pág. 278).

nível de produto. Então G representa claramente o uso ineficiente de recursos e é irrelevante para a solução ótima, sendo a curva $F_2F_1F_3$ a consistente.

As curvas de isoproduto são segmentos retos quebrados, sua inclinação é sempre negativa (ou pelo menos, não positiva). Suas porções relevantes são convexas à origem e envolvem taxa marginal de substituição decrescente (ou pelo menos não incrementando). A única diferença entre a curva de isoproduto da programação linear e da teoria neoclássica é que no caso desta, a referida curva é totalmente diferenciável, não apresentando vértices. Nos vértices as derivadas não são definidas.

As inclinações de F_1F_3 e E_1E_3 são iguais. Por similitude, o mesmo acontece com F_2F_1 e E_2E_1 . Isto ilustra o paralelismo das curvas de isoproduto, derivada da propriedade da função de produção linear e homogênea. Esta propriedade se prende ao fato dos coeficientes nas restrições serem constantes, implicando em ter que dobrar o volume de recursos escassos se duplicamos o nível do produto. O paralelismo das curvas de isoproduto garante que estas nunca se interceptam.

As curvas de isoproduto podem apresentar segmentos paralelos aos eixos X_1X_2 . Isto se deve às restrições de natureza puramente técnica.

IV.3 - UMA DIGRESSÃO SOBRE O AJUSTAMENTO DO PRODUTOR DE RAÇÃO

Admitindo-se que a necessidade de alimentos é conhecida e que uma série de aspectos relacionados ao manejo se verificam, principalmente, que as necessidades em nutrientes serão atendidas, a taxa ótima de utilização de insumos depende da oferta destes no mercado. Ela é determinada conjuntamente aos preços correntes e esperados em combinação com o preço esperado do produto final.

No agregado, o nível necessário de nutrientes é conhecido e a necessidade alimentar independe da oferta dos componentes da ração. Deste modo, podemos formular rações para cada segmento da avicultura, definindo uma função de produção para cada um. Cada segmento terá então uma isoquanta eficiente.

A isoquanta eficiente é definida como o lugar geométrico dos pontos que oferecerão exatamente 100% dos requerimentos biológicos por unidade de tempo. Neste estudo, dada a função de produção, a isoquanta é composta por segmentos lineares. A pressuposição de isoquanta composta por segmentos lineares tem duas razões, a saber: a programação linear oferece modelos que, praticamente, são os únicos utilizados para calcular rações para animais; as firmas, mesmo diante de possibilidades técnicas de produção não lineares, farão ajustamentos em intervalos discretos.

A figura-6 nos ajudará a mostrar a segunda pressuposição. O industrial procura maximizar seu lucro (minimizar seu custo). Para atingir este objetivo ele precisa decidir sobre a combinação de fatores técnicos e econômicos. Na figura-6, B representa a isoquanta eficiente. A declividade de A é dada pela relação de preços P_2/P_1 , correspondentes aos respectivos insumos. Qualquer ponto sobre B é eficiente do ponto de vista técnico. A eficiência econômica é alcançada em e para os preços P_1 P_2 .

Figura - 6

Se algum, empresário decidir, produzir em f, estará sendo ineficiente. É difícil quantificar as razões que levam à escolha de pontos como f, pois, dentro do critério de racionalidade, o ponto e deveria ser escolhido. A perda pela decisão de se fixar em f e não em e, será:

$$\Delta = P_1 (d - b) + P_2 (c - a)$$

Muitas vezes pode-se não atingir o ponto de máxima eficiência econômica por causa de imposições políticas, por exemplo. Um dispositivo político pode obrigar que se utilize c unidades de q_2 por unidade de produto, como por exemplo, aditivos de ração, limite de determinado componente. Neste caso Δ representa um valor que a sociedade paga pela imposição legal. Qualquer agente que estiver em f pode reduzir seus custos por um deslocamento até e . Entretanto, a redução de custo por este deslocamento pode superar Δ . No passado o ponto f pode ter sido o ótimo para determinada relação de preços. No mundo real, entretanto, existe alguma defasagem entre a ocorrência de novos preços e os movimentos à nova posição de equilíbrio. Este período de ajustamento pode gerar uma isoquanta eficiente como a que segue:

Figura - 7

A incerteza de preço é outro problema diretamente relacionado ao ajustamento do empresário. É possível que as firmas tendo formado expectativas de preços, resistam a mudar sua posição em resposta ao que consideram mudanças transitórias nestes. É mais realista que as firmas mantenham uma certa combinação de insumos para certos intervalos de preços. A amplitude deste intervalo dependerá da importância do produto na maximização do lucro da firma. Em alguns casos, o intervalo de tempo para o ajustamento é tão amplo que o mesmo torna-se difícil ou mesmo impossível.

No caso de mercado de rações, as firmas modernas,

pela utilização de computadores, desenvolveram a habilidade de se ajustarem, rapidamente, às condições econômicas que se modificaram. Entretanto este ajustamento não se faz para mudanças infinitesimais de preços. A isoquanta composta por segmentos lineares na figura-7, parece adequada para explicar o comportamento da firma que investigaremos neste estudo. As linhas A e A' representam duas relações de preços, nas quais a firma manteria uma dada combinação de insumos. Ela manterá a posição c até que a relação de preços exceda a inclinação do segmento linear cd, e então irá situar-se no ponto d. Deste modo, a solução matemática de nosso modelo fica simplificada pois, não necessitamos de investigar todos os pontos, mas apenas os vértices, que são poucos. Quando a relação de preços é igual à inclinação do segmento linear cd, temos o caso da solução degenerada.

V - MODELO EMPÍRICO

Antes de explicitar o modelo genérico de minimização de custos a ser utilizado, o conjunto de restrições levantadas conduz à introdução de algumas simplificações na forma final.

Uma das limitações refere-se ao problema de alocação de insumos fixos à produção dos diversos tipos de ração. Isto se deve, ao fato de não possuímos uma indicação do montante de capital fixo disponível à firma típica. Entretanto, estamos procurando investigar um problema de ajustamento de curto prazo e a hipótese de que o componente fixo do custo permanece inalterado, parece bastante razoável.

A parcela variável do custo, adicionada exogenamente, refere-se à suplementação vitamínica (exceção feita à colina) e ao sal comum. Com isso, reduzimos nossa matriz de restrições e dispendemos menos no processamento dos dados⁽¹⁾.

Na avicultura de corte administram-se aos frangos dois tipos de rações: inicial e de corte final. No caso de postura, utilizam-se quatro tipos de rações: inicial, crescimento, desenvolvimento e postura. Esta diferenciação deve-se às exigências das aves em diversos estágios de crescimento. Cada tipo apresenta um conjunto de exigências nutritivas compatível com a idade da ave. De modo geral, todos os requerimentos nutritivos estão balanceados em relação à energia da ração, pois esta regula o consumo de alimentos. Deste modo, o nível de energia da ração é a primeira decisão técnica a ser tomada. A ração de corte final e de postura são mais ricas em energia e contém menor teor de proteína.

Para efeito da análise, estimaremos as rações para corte final e postura, pelo fato de que elas representam a maior parcela do consumo, respectivamente, dos frangos e poedeiras. Outra razão para este procedimento é a relação praticamente fixa, na proporção com que estas rações são consumidas pelas aves, dada uma certa rigidez tecnológica no processo de produção de frangos e ovos. Admitimos que a indústria conhece perfeitamente a proporção de consumo dos diversos tipos de ração dentro de ca

(1) Vale notar que a indústria de ração adota, exatamente, este tipo de procedimento.

da atividade de avicultura. Esta última hipótese é bastante realista, pois qualquer alteração no comportamento do avicultor, relativamente à administração de rações, implica em perda de eficiência técnica e econômica da exploração. Além do mais, a indústria de ração possui serviços de pesquisa, extensão e assistência técnica aos avicultores.

Após estas considerações preliminares, explicitamos o modelo matemático que iremos utilizar. Genericamente este modelo pode ser representado como:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} \quad & Z = \sum P_i X_i \\ \text{sujeito a} \quad & \sum a_{ji} X_i (\leq, =, \geq) b_j \\ & i = 1, \dots, m \\ & j = 1, \dots, n \\ & X_i \geq 0 \text{ e/ou } X_i \leq A_i \\ & \sum X_i = K \end{aligned}$$

onde:

- X_i = quantidade dos diferentes alimentos.
- a_{ji} = composição nutritiva (j) do alimento (i)
- b_j = exigência (j) máxima, fixa, mínima de cada tipo de ave (postura ou corte)
- P_i = preço de cada alimento
- K = quantidade de ração produzida (neste caso será igual a 100Kg)
- A_i = restrição da participação de um alimento qualquer na ração.

Para minimizar a função Z necessitamos das seguintes informações: preços dos alimentos, requerimentos nutritivos das aves, composição química dos alimentos e as restrições de uso de determinados alimentos, oferecida pela pesquisa biológica. Daí então vamos determinar as quantidades de alimentos (X_i), que minimizam a função objetivo (Z), dadas as relações de preços entre estes, sua composição nutritiva e as restrições biológicas das aves.

Como fica relativamente difícil determinar exatamente o preço que a firma pagou pelos componentes da ração, vamos tomar os preços cotados no setor atacadista dos dois locais que

selecionamos, isto é, São Paulo e Recife. As outras pressuposições feitas são: 1) a firma consegue comprar todos os alimentos que necessita; 2) a matriz de composição nutritiva dos alimentos (A_{ji}) é perfeitamente conhecida, embora os valores aí contidos sejam médios; 3) as restrições biológicas das aves (b_j) são conhecidas por todas as firmas e que estas conhecem perfeitamente as recomendações de utilização de cada alimento na ração. Os b_j são também admitidos como constantes, ou seja, tal como os a_{ji} , possuem variância nula.

No Apêndice-A fazemos algumas considerações sobre os principais determinantes da produtividade dos frangos e poedeiras, do ponto de vista nutricional. Destacamos a importância da energia da ração e sua relação com os demais requerimentos das aves no ganho de peso dos frangos e com a produção de ovos. Este Apêndice contém algumas informações relevantes para a definição de nosso modelo empírico.

A composição nutritiva dos alimentos (matriz a_{ji}) que utilizamos, encontra-se na Tabela 1, do Apêndice B. Colocamos no programa os alimentos que são mais frequentemente utilizados e disponíveis no mercado. Como se observa, alguns deles são novos e refletem o anseio de pesquisar sua potencialidade para utilização nas rações. Outros estão vinculados diretamente à pauta de preços mínimos, ou são derivados de produtos amparados por esta⁽¹⁾.

As restrições biológicas das aves (vetor b_j), foram determinadas, inicialmente, com base em elementos oferecidos pela pesquisa e por recomendações técnicas. Para se verificar até que ponto nos aproximávamos do que a indústria estava realizando, comparamos nossos dados com aqueles de diversos fabricantes. É claro que o fabricante deve possuir um conjunto de restrições bem superior e, algumas delas, derivadas de sua própria pesquisa. Com essa comparação, ficou claro que havíamos selecionado a maioria dos requerimentos fundamentais a serem balanceados. A Tabela-2, apresenta as restrições para as rações de corte final e postura.

(1) Para essa seleção, foram consultados diversos fabricantes de ração.

TABELA 2 - RESTRIÇÕES QUANTO A REQUERIMENTOS PARA A
RAÇÃO DE CORTE FINAL E POSTURA

Requerimento	Ração para Corte		Ração para Postura	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Energia Metabolizável	30,00	30,00	28,50	27,00
Proteína	20,00	18,00	18,00	16,00
Cálcio	-	1,50	5,00	4,00
Fósforo	-	0,50	-	0,70
Fibra	6,50	-	5,00	-
Metionina	-	0,40	-	0,34
Lisina	-	1,00	-	0,72
Cistina	-	0,30	-	0,27
Arginina	-	1,20	-	1,37
Triptofano	-	0,20	-	-
Colina	-	-	-	0,10

Com respeito à Tabela 2, a primeira observação refere-se ao grupo dos aminoácidos (metionina, lisina, arginina, triptofano) e deve-se ao fato de que as quantidades, além das especificadas não são armazenadas pelas aves, ou seja, são eliminadas nas fezes e urina. Não se tem conhecimento de danos causados por excesso destes nutrientes, porém sua dosagem abaixo deste mínimo compromete o rendimento do frango e poedeira. Naturalmente, que para cada tipo de ração temos uma especificação que depende da idade da ave. O triptofano não tem grande importância no balanceamento da ração de postura, mas a colina é indispensável nesta. Este vetor de restrições será o mesmo para Recife e São Paulo, dentro da hipótese já colocada. O Apêndice-A contém mais detalhes sobre os níveis de restrições especificados na Tabela 2 e a importância de cada uma para as aves.

Um grupo de alimentos, como já dissemos, foi escolhido para objeto de análise. Ele representa os alimentos mais utilizados e frequentemente disponíveis para a fabricação de rações. Muitos deles estão vinculados à política de preços mínimos e outros são derivados de produtos amparados por esta. Incluímos ainda três produtos sintéticos, sendo exatamente aqueles que, complementarão a deficiência de alguns aminoácidos nos produtos vegetais. Incluímos também algumas farinhas de origem animal,

oriundas de frigorificação e com isso garantimos melhor digestibilidade da proteína, além de incorporar elementos não identificados de crescimento (caso da farinha de peixes). Alguns alimentos (para a Região Nordeste) são completamente novos e foram incluídos no sentido de se pesquisar sua potencialidade. Os alimentos escolhidos foram: farelo de soja, trigo, amendoim e arroz, farinhas de carne e ossos, peixe, trigo, sangue e ossos, milho, sorgo, arroz quebrado, farinha de mandioca crua, metionina e lisina sintéticas e cloreto de colina. Além destes alimentos, na Região Nordeste foram adicionados o farelo de babaçu, farinha de raspas de mandioca e feijão macaçar. O objetivo é verificar a potencialidade de utilização do farelo de babaçu e feijão macaçar como substitutos do farelo de soja e da farinha de raspas de mandioca como alternativa para o milho. No caso da região Nordeste o arroz quebrado será excluído, pois a indústria revelou sua não utilização. Outro produto não utilizado na Região Nordeste é o farelo de amendoim. Nas duas regiões, Centro-Sul e Nordeste, não incluímos o farelo de algodão por representar elevado teor de fibra e ser utilizado em quase sua totalidade pela bovinocultura de leite.

Alguns destes alimentos tem inconvenientes em estar abaixo ou acima de determinados níveis na ração. A seguir comentamos sobre cada caso específico, ficando entendido que aqueles não objeto de consideração poderão ter participação nula ou positiva.

O farelo de soja pode compor, no máximo, 30% do peso da ração. Este limite foi testado por diversos pesquisadores e a causa principal para tal, refere-se a que, além deste teto, as fezes se aglomeram em volta da cloaca, dificultando a eliminação das mesmas. Quando seu nível é elevado na ração deve-se fazer correção de cálcio, fósforo, complexo B e metionina.

A farinha de carne e ossos é rica em proteína, lisina, vitamina B-12, niacina, colina, cálcio e fósforo. Entretanto, o produto industrial apresenta elevado teor de gordura, podendo rancificar, o que prejudica a qualidade da ração. De modo geral, a indústria fixa sua participação máxima em 10% do peso final da ração. Conjuntamente à farinha de peixe, este produto é utilizado para equilibrar o valor biológico da proteína da ração.

O milho deve compor, no mínimo, 15% das rações, exa

tamente por conter pigmentos corantes e ser relativamente rico em alguns aminoácidos essenciais. É um alimento mais completo que o sorgo, não apresenta problemas de toxidez e nem é inibidor da ação da tripsina (enzima importante na digestão dos alimentos). Este mínimo de participação, garante ao produto final - ovos e frango abatido - uma coloração compatível com aquela exigida pelos consumidores.

O sorgo possui valor nutritivo próximo do milho, embora seja mais pobre em metionina, aminoácido essencial relativamente escasso nos produtos agrícolas. Não contém pigmentos corantes e caroteno (precursor da vitamina A), o que impede a sua utilização como o único grão da ração. Se sua percentagem na ração for muito elevada, os produtos finais - ovos e carne de frango - serão muito brancos, além de aparecer sintomas de deficiência de vitamina A. Daí a necessidade mínima de 15% de milho. Sua elevada concentração em tanino, além de prejudicar a palatabilidade da ração, apresenta efeitos tóxicos. Além disso, identificou-se no sorgo alguns inibidores da ação digestiva da tripsina. Entretanto, a pesquisa mostrou que já foram formuladas rações com até 80% de sorgo sem problemas aparentes para as aves. Por isso deixamos sua participação na ração variar livremente.

A farinha de peixe se constitui em excelente fonte de proteína, iodo, fósforo e cálcio. Possui ainda um conjunto de "fatores não identificados" de crescimento que recomendam sua utilização nas rações iniciais. Entretanto, ela tem a propriedade de imprimir odor desagradável à carne de frango e aos ovos. Em função disso, a indústria tem utilizado este produto nos máximos de 4% e 5%, respectivamente, nas rações de corte e postura. Deve-se ainda ressaltar que a farinha de peixe apresenta um conteúdo protéico de alto valor biológico, sendo rica em aminoácidos essenciais.

Com relação ao farelo de amendoim, a principal limitação ao seu uso na ração é a possibilidade de estar contaminado com o fungo Aspergillus Flavus que produz a aflatoxina, um radical muito tóxico às aves. A indústria, limita sua participação nas fórmulas, após analisar o conteúdo desta substância tóxica no farelo, que pode variar de zero a índices elevados. De qualquer forma, um número médio com o qual todos os fabricantes concordam está por volta de 4% do peso máximo da ração, limite que foi por nós utilizado. Outro problema na utilização deste produ

to é relativo ao balanceamento de aminoácidos. Ele apresenta um elevado conteúdo de energia, mesmo se comparado com farelo de soja de alto valor protéico. Entretanto, se este produto contém de 40 a 44% de proteína, ele equivale, aproximadamente, ao farelo de soja, em termos de energia. Sua utilização é preferencialmente para os não ruminantes. Além de deficiente em metionina e cistina, seu conteúdo de lisina é muito baixo. A combinação de farelo de amendoim e outro produto rico em lisina, como a farinha de peixe, pode ser uma boa mistura capaz de substituir o farelo de soja, pois tem um bom conteúdo de aminoácidos essenciais.

A lisina e metionina sintéticas e o cloreto de colina foram colocados na formulação por se constituírem na principal fonte artificial dos dois aminoácidos e da vitamina, respectivamente. As duas fontes de aminoácidos contém 99% destes e o cloreto de colina possui 50% da vitamina. A razão de incluí-los no programa prende-se ao fato de sua escassez acentuada nos produtos utilizados na ração, ou seja, deverão funcionar como fonte complementar destes requerimentos.

O arroz quebrado foi considerado no programa pelo fato de ser utilizado algumas vezes na ração. Outro mercado do quebrado de arroz é a indústria cervejeira. Nós limitamos sua participação em 2% do peso total da ração, exatamente pela relativa escassez deste no mercado. Outra razão é a possibilidade de misturá-lo a produto de melhor qualidade no sentido de obter uma mistura de menor preço, que aliás, é comportamento típico dos beneficiadores do produto.

O farelo de arroz teve sua participação limitada a 2% do peso da ração, pelas seguintes razões: a) rancifica muito rapidamente conferindo à ração gosto indesejável; b) torna a ração pulverulenta, prejudicando a ingestão de elementos nutritivos menores, adicionados de forma suplementar, como por exemplo, os aminoácidos em forma sintética, sal comum, antibióticos, etc. Com relação ao farelo de trigo, faz-se o mesmo tipo de comentário, embora pelo fato deste resistir à rancificação, deixamos sua quantidade variar livremente. Ambos são muito fibrosos.

A farinha de trigo, ultimamente, tem sido bastante utilizada na ração. Isto se deve, principalmente ao subsídio dado ao produto. Deixamos sua quantidade variar livremente na ração pelo fato de não se ter contra indicação técnica de sua utilização, embora ela devesse ser utilizada para alimentação huma

na. É muito rica em energia e tem um conteúdo proteico próximo ao do milho.

A farinha de ossos entra neste programa como fonte supridora de cálcio e fósforo, não possuindo nenhum outro elemento nutritivo. Assim, ela funciona como fonte suplementar de fósforo e cálcio.

A farinha de sangue possui elevado conteúdo de proteína e aminoácidos. Não encontramos nenhuma indicação de limitação de seu uso nas rações e, assim, fixamos em 40% do peso total desta. Ela é boa fonte complementar de aminoácidos, suprimindo deficiências nos farelos proteicos de origem vegetal.

As farinhas de mandioca crua e de raspas são ricas em energia e em fibra. Elas contêm baixo teor de proteína, e elevado teor de potássio e não possuem aminoácidos em concentração perceptível. Sua participação na ração foi limitada em 40% do peso total, pois a presença do potássio no intestino das aves tem efeito laxativo e compromete a conversão e ganho de peso dos animais. Entretanto, alguns resultados de pesquisa mostram que se pode utilizá-la além deste limite. Este teto é contudo consistente com o número que as indústrias de ração utilizam.

O feijão macaçar foi incluído na formulação no sentido de pesquisar sua potencialidade embora ele seja mais utilizado como alimento humano. Não conseguimos nenhuma indicação de pesquisa biológica realizada com este produto no que se refere à alimentação de animais. É bastante rico em energia e contém 23,4% de proteína. Entretanto é bastante pobre em ácidos aminados essenciais. Deixamos sua quantidade variar livremente na ração.

O farelo de babaçu é um potencial substituto dos demais alimentos proteicos, além de ser produto extrativo do Norte/Nordeste. Não temos indicação científica de sua utilização na alimentação de aves, mas apenas de sua efetiva utilização e de se prestar à alimentação de bovinos. É relativamente rico em proteína (18 a 22%) e possui elevado teor de fibra (17 a 19%). Este elevado teor de fibra limita sua utilização pelos monogástricos, que não conseguem digerí-la. Ademais, é um produto muito rico em óleo que, além do efeito laxativo para os animais, poderá rancificar e conferir sabor desagradável à ração. Em falta de maiores indicações, restringimos seu uso máximo em 10% do peso total da ração.

Dadas estas considerações, fica conceituado o modelo de análise empírica. Este modelo, além de nos oferecer um conjunto de informações relativa a estabilidade da solução ótima, custos de se introduzir mudanças na solução ótima, permite ainda parametrizar a função objetivo ou qualquer dos coeficientes das restrições. No sentido de verificar a sensibilidade das quantidades de produto na razão às variações nas relações de preços, fixamos $n-1$ preços e variamos apenas um, gerando, assim, o perfil de curva de ajustamento da firma típica.

VI - RESULTADOS EMPÍRICOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos pelo processamento do modelo empírico bem como sua interpretação. Vamos utilizar um conjunto de gráficos para elucidar melhor o significado de alguns resultados. As rações para as duas regiões, serão apresentadas dentro do esquema a seguir: restrições biológicas e valores do programa, custo das restrições a preço-sombra, composição em termos de alimentos, análise de sensibilidade para restrições biológicas que estão em algum limite, idem para os que estão na base da solução e parametrização. As rações investigadas são para corte final e postura, nas duas regiões⁽¹⁾. A energia está medida em dez megacalorias e as demais restrições biológicas bem como os alimentos, estão em percentagem. Os preços são tomados em cruzeiros por quilograma.

VI.1 - RAÇÃO PARA CORTE FINAL - SÃO PAULO

Esta ração é consumida no período de terminação dos frangos, isto é, após o 35º dia até o abate e representa parcela considerável do consumo total de rações⁽²⁾. Deve-se ainda ressaltar que esta proporção de consumo é pouco variável. Muito provavelmente, pelo fato de ser mais energética, a concentração de alimentos tipicamente fornecedores de calor deve ser maior. O modelo empírico foi processado para preços da primeira semana de junho de 1979, levantados no mercado atacadista de São Paulo.

O custo mínimo estimado para 100kg de ração foi de Cr\$ 351,61. Este custo refere-se apenas aos alimentos, que na verdade, representam a maior parcela do custo total. Os custos fixos e de suplementação foram tomados como dados, conforme justificado anteriormente. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos relativamente às restrições biológicas impostas ao programa.

(1) A subrotina utilizada no processamento foi a IBM, MPSX/370.

(2) Dos 4,5kg consumidos pelo frango, aproximadamente 3,3kg é deste tipo.

TABELA 3 - RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS AO PROGRAMA - RAÇÃO CORTE FINAL - SÃO PAULO (*)

RESTRIÇÃO BIOLÓGICA	VALOR DO PROGRAMA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	PREÇO-SOMBRA
Energia	30,00	30,00	30,00	11,71 (-)
Proteína	20,00	18,00	20,00	6,02
Cálcio	1,50	1,50	-	33,01 (-)
Fósforo	0,97	0,50	-	-
Fibra	2,13	-	6,50	-
Metionina	0,40	0,40	-	80,54 (-)
Lisina	1,02	1,00	-	-
Cistina	0,30	0,30	-	481,84 (-)
Arginina	1,20	1,20	-	45,76 (-)
Triptofano	0,20	0,20	-	98,23 (-)

(*) Os traços (-) representam valores nulos, menos para o limite superior.

Como se observa, todas as restrições de natureza biológica foram atendidas. A quantidade de fibra, por exemplo, é 2,13%, bem abaixo do limite máximo fixado de 6,5%. A coluna de preço-sombra indica a variação na função objetivo para o relaxamento das restrições biológicas impostas ao programa. Por exemplo, se o nível de metionina puder ser inferior a 0,4%, para cada 1% de redução, o custo da ração será reduzido de Cr\$.. 80,54. Ganhos substanciais são obtidos pela redução dos níveis mínimos de metionina, cistina, arginina e triptofano. Alterações no nível máximo de proteína implica em acréscimo do custo. O fósforo, fibra e lisina, têm custo alternativo nulo, uma vez que estão na base da solução, ou seja, estão em excesso em relação aos limites fixados.

No sentido de conhecer quais as restrições biológicas que mais oneram o custo da ração podemos avaliá-lo a preço-sombra (custo de oportunidade). A tabela-4 apresenta este resultado.

TABELA 4 - CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO-SOMBRA

RESTRIÇÃO BIOLÓGICA	QUANTIDADE NO PROGRAMA	CUSTO	% DO CUSTO TOTAL
Energia	30,00	351,30	45,47
Proteína	20,00	120,40	15,58
Cálcio	1,50	49,52	6,41
Metionina	0,40	33,22	4,17
Cistina	0,30	144,55	18,71
Arginina	1,20	54,91	7,11
Triptofano	0,20	19,65	2,55
T O T A L	-	772,55	100,00

O requerimento mais oneroso da ração é a energia, pois absorve 45,47% do custo destes, avaliado a preço-sombra. A cistina contribui com 18,71% do custo das restrições e a proteína com 15,58%. Arginina e cálcio representam 7,11% e 6,41%, respectivamente. A metionina e o triptofano são os que menos contribuem para o custo. Os aminoácidos essenciais considerados representam 32,54% do custo de oportunidade de todas as restrições biológicas.

As restrições biológicas acima foram atendidas pelo programa que continha um conjunto de 16 alimentos, onde cada um é fonte de algumas ou todas as restrições.

Nem todos os alimentos aparecem na escolha ótima, ou seja, a de menor custo. Vamos apresentar aqueles que foram escolhidos, sua participação na composição da ração e os limites técnicos de manejo impostos aos mesmos. A tabela 5 mostra os resultados obtidos.

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LIMITES
TÉCNICOS - CORTE FINAL - SÃO PAULO

ALIMENTO	CR\$/KG	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	QUANTIDADE %
Farelo de Soja	4,01	-	30	6,18
Farinha Carne/Osso	6,65	-	10	8,03
Milho	2,64	15	-	39,91
Sorgo	2,50	-	-	12,27
Farinha de Trigo	2,73	-	-	22,75
Farelo de Amendoim	3,90	-	4	4,00
Farinha de Sangue	7,35	-	40	4,81
Farelo de Osso	8,20	-	40	1,93
Metionina Sintética	78,00	-	-	0,11

Os limites impostos ao manejo dos alimentos foram todos obedecidos. O milho, sorgo e farinha de trigo representam, aproximadamente, 75% do peso total da ração, compondo o conjunto dos alimentos energéticos. As principais fontes proteicas são farelo de soja (6,2%), farinha de carne e ossos (8,0%), farelo de amendoim (4%) e farinha de sangue (4,8%). O grupo de alimentos proteicos representa, aproximadamente, 23% do peso da ração. A farinha de ossos é fonte principal de cálcio e fósforo e a metionina sintética é adicionada para suprir a deficiência deste aminoácido nos alimentos e atender à restrição de natureza biológica das aves.

Outro aspecto é a análise de sensibilidade da solução ótima. Dentre outras indicações, oferece custos de alterações, faixas de preços onde a solução é estável, etc. A análise está dividida em quatro itens, sendo dois relacionados às restrições biológicas que estão em algum limite ou na base, repetindo-se o mesmo para os alimentos objeto do programa.

Algumas das restrições biológicas não estão na base da solução, situando-se em algum limite. Vamos mostrar os benefícios ou custos de se alterar a solução ótima para as mesmas. A Tabela 6 apresenta a análise de sensibilidade para este caso, apontando os limites de alteração da solução ótima e os respectivos custos marginais associados.

TABELA 6 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE, CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - SP.

RESTRIÇÃO BIOLÓGICA	LIMITE INFERIOR LIMITE SUPERIOR	CUSTO MARGINAL CUSTO MARGINAL	SOLUÇÃO ÓTIMA
Energia	29,71 30,16	-11,71 11,71	30,00
Proteína	19,84 20,53	6,01 - 6,01	20,00
Cálcio	1,27 1,66	-33,00 33,00	1,50
Metionina	0,28 0,92	-80,54 80,54	0,40
Cistina	0,29 0,31	-481,84 481,84	0,30
Arginina	1,12 1,22	-45,76 45,76	1,20
Triptofano	0,18 0,21	-98,23 98,23	0,20

Como se observa, o nível de proteína pode ser aumentado até 20,53 e cada unidade adicional incorreria em reduzir a função custo em Cr\$ 6,01; entretanto, se nós o reduzimos, o que poderá ser feito até 19,84%, a função custo será acrescida. No caso da metionina, reduzir seu nível representa diminuir o custo da ração e aumentá-lo corresponde a incrementá-lo. Para cada unidade adicional de metionina até 0,92% o custo será acrescido de Cr\$ 80,54. O que ocorre com a metionina é válido para

os demais aminoácidos, conforme mostra a Tabela-6. Se for possível reduzir o nível de energia, o custo da ração será menor. Aumentar o nível de energia, implica em concentrar os demais requerimentos, que à exceção da proteína, conduz a incremento no custo da ração.

Outras restrições estão na base da solução e, assim, existe um custo associado ao se deslocar qualquer delas na vizinhança do ponto de ótimo. A Tabela-7 apresenta os resultados para este caso que passaremos a analisar.

TABELA 7 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO
CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - SP.

RESTRIÇÃO BIOLÓGICA	LIMITE INFERIOR LIMITE SUPERIOR	CUSTO MARGINAL CUSTO MARGINAL	SOLUÇÃO ÓTIMA
Fósforo	0,96 1,05	79,72 74,28	0,98
Fibra	2,04 2,21	13,57 6,48	2,13
Lisina	1,02 1,03	711,28 41,70	1,02

Como se observa na tabela-7, o custo de se alterar a solução ótima, no intervalo discreto, dado pelos limites superior e inferior, é crescente nos dois sentidos. Neste caso a solução ótima é um ponto de mínimo e no caso precedente isto não ocorria. O gráfico nº 1, no apêndice B ilustra dois casos típicos: para fibra, que está na base e proteína que está no limite de máximo. No caso da fibra, por exemplo, reduzir sua concentração na ração custa mais que aumentá-la, mas ambos os procedimentos implicam em acrescer à função objetivo. Para cada unidade subtraída do ótimo, até o limite de 2,04, o custo é Cr\$ 13,57 e para cada unidade adicionada o custo é Cr\$ 6,48.

Alguns dos quinze alimentos objetos do estudo aparecem em algum limite; ou tem participação nula, ou então, atingiram os limites técnicos impostos. A análise de sensibilidade, neste caso, oferece limites discretos de preços onde a solução ótima é estável, custos de alterá-la e intervalos discretos de utilização dos alimentos ao preço considerado. A Tabela-8 apresenta estes resultados.

TABELA 8 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CORTE FINAL SÃO PAULO.

ALIMENTO	CR\$/KG	LIM. INF. LIM. SUP.	CUSTO MARGINAL CUSTO MARGINAL	PREÇO SUPER. PREÇO INFER.	SOLUÇÃO ÓTIMA
Fa. Peixe	8,35	0,00 12,81	- 0,78 0,78	∞ 7,56	-
Fo. Trigo	1,30	0,00 0,92	- 0,52 0,52	∞ 0,78	-
Fo. Amendoim	3,90	3,29 6,55	1,70 - 1,70	5,60 0,00	4
Fo. Arroz	2,55	0,00 0,97	- 1,72 1,72	∞ 0,82	-
Fa. Mandioca	4,10	0,00 15,37	- 2,06 2,06	∞ 2,03	-
Lisina Sintética	80,00	0,00 0,52	-81,74 81,74	∞ 0,00	-
Arroz Quebrado	3,38	0,00 4,54	- 1,46 1,46	∞ 1,91	-

A farinha de peixe só entraria na solução a preços inferiores a Cr\$ 7,56/kg, atingindo 12,8% do peso da ração; entretanto, pela restrição técnica, apenas 4% seriam admissíveis. O custo por unidade adicionada seria de Cr\$ 0,78. Acima do preço mencionado ela tem participação nula. A lisina sintética jamais faria parte da ração, conforme indicado pelo intervalo de preços para sua participação. O farelo de amendoim terá a mesma participação (4%) para preços até Cr\$ 5,60/kg. Se relaxarmos a restrição de máximo, o farelo de amendoim seria utilizado até 6,55% e a função custo seria reduzida de Cr\$ 1,70 para cada unidade adicionada. Sua participação, se reduzida, implica em acréscimo da função objetivo conforme indicado pela coluna de limite e custo. Se o preço da farinha de mandioca é inferior a Cr\$ 2,04/kg, sua participação mínima será de 15,4%. Ao preço atual, o custo de atingir este nível de participação (15,4%) é Cr\$ 2,06 para cada unidade adicionada. Este tipo de análise pode ser estendido a todos os alimentos. Fica evidente que a lisina sintética é dispensável neste tipo de ração, devido às relações de preços que guarda com os demais alimentos. O custo marginal de se deslocar na vizinhança do ótimo é igual porém com sinais contrários; isto decorre do fato dos alimentos acima estarem em algum limite. O Gráfico nº 2 no Apêndice-B ilustra os custos marginais válidos nos intervalos descritos para farelo de amendoim e

farinha de mandioca, respectivamente.

Outro conjunto de alimentos estão na base da solução e a análise de sensibilidade oferece o mesmo padrão de informações como no caso imediatamente anterior. A Tabela-9 apresenta os resultados da análise de sensibilidade.

TABELA 9 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - CORTE FINAL - SÃO PAULO.

	CR\$/KG	LIM. INFERIOR LIM. SUPERIOR	CUSTO MARGINAL CUSTO MARGINAL	P.SUPERIOR P.INFERIOR	SOLUÇÃO ÓTIMA
Fo. Soja	4,01	5,88 8,66	9,90 0,52	13,91 3,49	6,18
Fa. Carne/Osso	6,65	6,16 8,60	0,69 2,12	7,34 4,52	8,02
Milho	2,64	33,88 50,89	0,52 0,04	3,16 2,59	39,91
Sorgo	2,50	0,00 17,84	0,04 0,56	2,53 1,93	12,27
Fa. Trigo	2,73	21,57 27,28	2,49 0,21	5,22 2,51	22,75
Fa. Sangue	7,35	4,32 5,09	1,93 1,66	9,28 5,68	4,81
Fa. Osso	8,20	1,74 2,59	6,48 1,97	14,68 6,23	1,93
Metionina Sin- tética	78,00	0,09 0,61	32,54 82,04	110,54 0,00	0,11

Nota-se nesta tabela que qualquer tentativa de alterar um dos elementos da solução ótima, implica em custos crescentes. Por exemplo, pode-se reduzir a quantidade de farelo de soja até 5,88kg ou aumentá-la até 8,66kg. Os custos de fazer isto são Cr\$ 9,90 e Cr\$ 0,52 por quilograma subtraído ou adicionado, respectivamente. Se tivermos que alterar a utilização do farelo de soja, deveríamos aumentá-la, pois o custo desta decisão é menor; principalmente se o preço da ração for tabelado. Na tabela-9 é mais barato aumentar a utilização de milho, farinha de trigo e farinha de sangue que reduzi-la; o mesmo ocorre ao farelo de soja. No caso do sorgo, farinha de carne/osso e metionina sintética, o custo de redução é menor que o de aumento. Os custos de alterar a solução ótima para a metionina sintética são muito elevados. No caso do fare

lo de soja e farinha de osso, observa-se o mesmo, ou seja, custos elevados de alterar a quantidade ótima. As faixas de preços, para as quais a solução ótima permanece estável para farelo de soja, farinha de trigo, farinha de osso e metionina sintética, são amplas, dando indicações de demandas bastante inelásticas para estes produtos. No caso do milho e sorgo, por exemplo, esperam-se curvas de demanda menos inclinada.

Os Gráficos números 3, 4 e 5, no Apêndice B, ilustram as análises que fizemos acima para milho, farelo soja e farinha de trigo, além de destacar as alterações sobre o custo, no intervalo de preços considerado.

Observa-se, ainda, na Tabela-8, que a excessão do farelo de amendoim, para os demais produtos, a demanda revela-se totalmente inelástica ao preço nos respectivos intervalos. É que estes produtos, àqueles preços e dada sua composição nutritiva, não fazem parte da solução ótima.

Como pode ser notado, os resultados contidos nas Tabelas 3 a 9, são extremamente úteis em termos gerencial, pois oferecem informações do ponto de vista de se alterar qualquer restrição de natureza biológica e quantidades de alimentos que estão no ponto ótimo. Oferece ainda a facilidade de determinarmos, a preços-sombra, quais os requerimentos biológicos que mais oneram a ração. Isto, além de útil ao empresário, oferece orientação à pesquisa de melhoramento genético e nutrição. Para o caso típico de pesquisa biológica, temos a metionina sintética que, por ser escassa no reino vegetal e ser essencial aos animais, deve ser adicionada à ração, sendo que o produto é importado. A pesquisa na área de otimização de aminoácidos na ração pode conduzir a reduções substanciais de custo, tendo consequências positivas sobre o preço final do frango.

VI.2 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO CORTE FINAL SÃO PAULO

No modelo empírico, a função custo que propusemos era linear nas quantidades, dados os preços e algumas restrições. Podemos, após a solução ótima, transformar um preço em parâmetro, ou seja, uma entidade algébrica capaz de assumir valo

res escolhidos. Deste modo é possível verificar as mudanças na solução ótima para diversas relações de preços. Podemos alterar diversos preços simultaneamente mas para nosso propósito, vamos fixar $n-1$ e variar apenas o restante. Deste modo, vamos gerar um conjunto de informações relativo a preços e quantidades que variam em sentido inverso, mostrando o perfil da firma típica produtora de ração à diversas relações de preços. Vamos nos utilizar deste conjunto de informações e calcular indicações de elasticidade arco no ponto médio. Embora estejamos falando em elasticidades é preciso lembrar que, como dissemos no modelo conceitual, neste perfil de ajustamento a quantidade apresenta pontos de descontinuidade, não existindo pois, a derivada. Ademais, as indicações de elasticidade estão sujeitas ao conjunto de restrições impostas ao programa o que pode tornar duvidosos alguns dos valores calculados; entretanto, deve-se lembrar que a firma decide exatamente dentro de um modelo bem próximo deste. Não estamos falando aqui de demanda derivada, pois este conceito pressupõe o mercado em equilíbrio, mas sim de um perfil de ajustamento da firma típica produtora de rações às diversas relações de preços.

Feitas estas considerações passaremos à análise de casos específicos, procurando comprovar as hipóteses que propusemos.

Farinha de Trigo:

Este produto devido ao elevado subsídio conferido a seu preço, vem sendo utilizado na formulação de rações, sendo desviado do consumo humano. Deste modo, nós o incluímos no programa com o objetivo de testar uma de nossas hipóteses, ou seja, aquela relativa ao ajustamento da firma às variações nos preços dos produtos que recebem subsídio para consumo. Seu preço de mercado foi decrescido até se anular e, também, acrescido até a quantidade do produto ficar constante. A Tabela-10, apresenta os resultados obtidos na parametrização e as indicações de elasticidade-arco no ponto médio.

TABELA 10 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DA FARINHA DE TRIGO.

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE PREÇO (ARCO)
0,00	0,23	31,25	-0,017
0,24	1,21	30,47	-0,143
1,22	1,73	27,64	-0,036
1,74	2,51	27,28	-0,312
2,52	5,21	22,75	-0,105
5,22	7,73	21,58	
7,74	∞	21,45	

Como se observa, o ajustamento da firma às variações nas relações de preço da farinha de trigo é inelástico. Apenas para o intervalo de preços onde o preço de mercado se insere, a elasticidade é próxima de -0,3, diminuindo para preços acima e inferiores a este. Fazendo um cálculo grosseiro, considerando todo o intervalo de variação de preços e quantidades, a elasticidade no ponto médio é -0,19, conferindo à firma típica um ajustamento muito inelástico às variações nas relações de preço da farinha de trigo. Para preços variando até Cr\$ 7,73/kg a quantidade decresce de 31,25% a 21,45%. Existe então a evidência que o único meio de reduzir a utilização de farinha de trigo na ração - e que é expressivo no consumo total - seria uma proibição e intensa fiscalização por parte das autoridades competentes. No Gráfico 6 do Apêndice B, estão plotados os resultados contidos na tabela acima. Se este produto for utilizado livremente na ração, o seu consumo seria de, aproximadamente 868kg, para cada tonelada de frango abatido, com as relações de preços atuais.

Milho:

O milho apresenta participação expressiva em todos os tipos de ração, pelo menos, por duas razões básicas: a sua composição nutritiva e necessidade mínima nas misturas, assim como o preço relativamente competitivo aos outros produtos. Adotando o mesmo procedimento, parametrizamos a função custo para os preços do milho. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela e

serão analisados a seguir.

TABELA 11 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DO MILHO

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE PREÇO (ARCO)
0,00	2,59	50,89	
2,60	3,16	39,92	-0,318
3,17	9,39	33,89	-0,220
9,40	12,64	26,82	-0,425

A reação da firma às variações nos preços do milho é também inelástica, porém menos drástica do que o observado no caso da farinha de trigo. Considerando a variação total, o que é uma aproximação grosseira, a indicação de elasticidade arco no ponto médio é próxima de -0,4. Os resultados da parametrização estão desenhados no Gráfico nº 7, Apêndice B.

Farinha de Mandioca Crua:

Este produto, de modo geral, não é utilizado em rações. Muitas vezes, o governo através de suas compras, forma estoques de farinha. Estes estoques podem ficar velhos e então o cliente natural do mesmo é a indústria de ração. Por este motivo nós o colocamos no programa uma vez que, através da análise de sensibilidade, pode-se estabelecer o seu preço de venda. Ao preço de mercado considerado, o produto não entrou na formulação. Por isso parametrizamos a função custo para preços inferiores ao de mercado, procurando verificar a sensibilidade que a firma tem às variações nestes. A Tabela-12 apresenta os resultados obtidos pela parametrização e a indicação de elasticidade. O instrumento de compras do Governo, através da política de preços mínimos é o AGF (Aquisição do Governo Federal).

TABELA 12 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DA FARINHA DE MANDIOCA CRUA

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE-PREÇO (ARCO)
0,00	1,57	22,34	-0,441
1,58	2,03	15,73	
2,04	∞	0,00	

Apesar do ajustamento da firma ser inelástico às variações de preços da farinha de mandioca, a indicação de elasticidade é superior à encontrada para o milho e farinha de trigo. Este produto tem potencial de substituir o milho neste tipo de ração, embora seja tipicamente energético e pobre em outros ingredientes como proteína, aminoácidos, etc. O produto só entra na ração a preços inferiores a Cr\$ 2,04/Kg.

Sorgo:

Como mostrado anteriormente, ao preço atual, o sorgo corresponde a 12,3% da ração. Acima de Cr\$ 2,53/kg sua participação é nula. Para preços inferiores a Cr\$ 1,93/kg sua participação no peso total da ração aumenta. Parametrizamos a função objetivo para os preços do produto e os resultados estão na Tabela 13.

TABELA 13 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DO SORGO

INTERVALO DE PREÇOS		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE PREÇO (ARCO)
0,00	1,93	17,84	-0,466
1,94	2,53	12,27	
2,54	∞	0,00	

O ajustamento da firma típica produtora de rações às variações no preço do sorgo, apesar de inelástico, é mais elástico que no caso do milho. Não fôsem restrições de nature

za biológica e de preferência dos criadores, este produto poderia ser mais utilizado. O sorgo, por ter propriedades nutritivas próximas às do milho, é um de seus melhores substitutos.

Farelo de Soja:

Ao preço atual, o farelo de soja compõe 6,2% do peso total da ração. É um produto muito rico em quase todos os nutrientes e a principal fonte proteica das rações animais. Espera-se, inclusive, que em 1979 seu consumo atinja quase dois milhões de toneladas. A função custo foi parametrizada para os seus preços e os resultados obtidos bem como as indicações de elasticidade, encontram-se na Tabela-14.

TABELA 14 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DO FARELO DE SOJA

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE PREÇO (ARCO)
0,01	3,48	8,66	-0,251
3,49	13,90	6,18	-0,100
13,91	15,00	5,88	-0,213
15,01	22,01	5,58	

Como podemos observar, a empresa resiste muito em reduzir a utilização do farelo de soja na ração. Como já dissemos, o farelo de soja é um insumo essencial à ração devido à sua composição nutritiva, constituindo-se na principal fonte proteica de origem vegetal. As indicações de elasticidade apontam que, para preços abaixo ou acima do atual, este indicador tende a crescer. Considerando a variação total, a elasticidade-arco no ponto médio é -0,11, evidenciando uma inelasticidade muito elevada. No gráfico nº 8 do Apêndice-B, estão plotados os resultados da parametrização.

VI.3 - RAÇÃO PARA POSTURA - SÃO PAULO

Este tipo de ração é destinado às poedeiras após a vigésima semana de vida sendo consumida até o descarte da ave. Ela representa a maior parcela do consumo total de ração pela poedeira.

O maior problema encontrado foi a impossibilidade de se obter uma solução ótima para os níveis de proteínas fixados. A linha de proteína sempre dava impossível, embora não houvesse razão para tal. Essa situação foi contornada através da parametrização da restrição de proteína. O nível que permitiu a solução ótima foi de 20,7%, quando aquele que idealmente se fixou foi de 19%. Deste modo, a relação proteína energia ficou um pouco alterada e o aumento do nível de proteína pode reduzir um pouco a rentabilidade da exploração de ovos. Mesmo, assim, decidimos continuar a análise e determinar as indicações da firma típica às variações nos preços de alguns alimentos importantes. No Apêndice-A podem ser encontradas indicações do ponto de vista do manejo das aves, quando o teor de proteína está um pouco desbalanceado.

O custo estimado para 100 quilogramas de ração foi de Cr\$ 387,09; talvez o teor de proteína mais elevado tenha provocado acréscimo no custo.

A seguir, a Tabela-15, apresenta as restrições de natureza biológica impostas ao programa, conforme definido no modelo empírico, fazendo-se exceção à proteína conforme já explicitamos. Como pode-se observar, os aminoácidos e a colina estão com limites mínimos devido ao conhecimento que se tem sobre os mesmos.

TABELA 15 - RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS AO PROGRAMA - RAÇÃO DE POSTURA - SP*

RESTRIÇÃO BIOLÓGICA	VALOR DO PROGRAMA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	PREÇO SOMBRA
Energia	27,000	27,00	28,50	-9,95
Proteína	20,705	19,00	21,00	-
Cálcio	4,000	4,00	5,00	-31,64
Fósforo	2,245	0,70	-	-
Fibra	2,860	-	5,00	-
Metionina	0,340	0,34	-	-80,12
Lisina	1,029	0,72	-	-
Cistina	0,270	0,27	-	-278,99
Arginina	1,370	1,37	-	-24,63
Colina	0,106	0,10	-	-

* Os traços (-) correspondem a valor nulo menos para o limite superior.

Como se observa, todas as restrições de natureza biológica foram atendidas. Chamamos a atenção para o caso da proteína, cuja quantidade ótima é 20,7% e deveria ser um pouco inferior. A fibra é uma das restrições mais sérias das rações, porém, o nível que o programa obteve é substancialmente inferior ao limite imposto. A coluna de preço-sombra mostra o custo de oportunidade de cada restrição na ração. Se pudessemos reduzir o nível de metionina abaixo de 0,34%, para cada 1% de redução, o custo seria decrescido de Cr\$80,12. Ganhos substanciais poderão ser obtidos pela redução do nível de energia, cálcio e aminoácidos essenciais, à exceção da lisina que tem custo de oportunidade nulo. Os requerimentos que tem custo de oportunidade nulo, estão em excesso na formulação e também na base da solução.

No sentido de conhecer quais as restrições biológicas que mais oneram o custo da ração e por não ser possível avaliar o preço de cada um, vamos determinar o referido custo e a participação de cada restrição aos respectivos custos de oportunidade. A Tabela-16 apresenta estes resultados que analisaremos a seguir.

TABELA 16 - CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A
PREÇO-SOMBRA

Restrição Biológica	Quantidade no Programa	Custo	% do Custo Total
Energia	27,00	268,623	50,54
Cálcio	4,00	126,556	23,81
Metionina	0,34	27,242	5,13
Cistina	0,27	75,329	14,17
Arginina	1,37	33,743	6,35
TOTAL		531,493	100,00

Como no caso da ração para corte, a energia revela-se como o requerimento mais caro da ração, absorvendo 50,5% do custo total avaliado a preço-sombra. O cálcio, por ser bastante concentrado nesta ração, pela necessidade de formação da casca dos ovos, é a segunda restrição mais cara da ração, detendo 23,8% do custo total. Os aminoácidos essenciais representam 26,6% do custo total, onde a cistina absorve 14,2%, a arginina 6,35% e a metionina 5,13%. A concentração do nível

de energia na ração implica em utilizar mais todos os outros ingredientes, culminando em aumento de seu custo.

As restrições acima foram atendidas pelo modelo que continha um conjunto de 16 alimentos, onde cada um, possui todos ou alguns dos ingredientes.

Deste conjunto de alimentos, nem todos aparecem na escolha ótima, ou por causa das restrições do programa ou devido às relações de preços que guardam com os demais. A Tabela-17 mostra a composição da ração de postura que foi a de menor custo encontrada pelo programa. Faremos uma análise dos resultados ali contidos.

TABELA 17 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO -
LIMITES TÉCNICOS - POSTURA - SP.

Alimento	Limite Inferior	Limite Superior	Quantidade %
Fo. Soja	-	40,00	17,31
Fa. carne/osso	-	10,00	10,00
Milho	15,00	-	31,80
Sorgo	-	-	27,22
Fo. Amendoim	-	4,00	4,00
Fa. Sangue	-	-	0,15
Fa. Osso	-	-	9,45
Metionina Sinté tica	-	-	0,06

Os limites impostos quanto à administração específica de alimentos às poedeiras foram atendidos. A energia da ração está suprida pelo milho e sorgo que representam 59% do peso total desta. Os produtos proteícos representam 31,5% do peso total da ração. A farinha de osso tem participação bastante elevada pois é fonte principal de cálcio, enquanto o farelo de amendoim e farinha de carne/osso foram utilizados nos respectivos limites técnicos. Eles são importantes fontes de proteína e relativamente concentrados em energia. A metionina sintética foi utilizada como fonte complementar deste aminoácido, devido sua relativa diluição nos produtos de origem vegetal.

A análise de sensibilidade da solução ótima é outra informação muito relevante no que se refere à interpretação do ótimo encontrado pelo programa. Dentre outras informações

tem-se o custo marginal, para intervalos discretos de deslocamento na vizinhança do ótimo, faixas de preços onde a solução é estável etc. A análise tem quatro seções: as duas primeiras referem-se às restrições ou alimentos que estão em algum limite e as duas outras, quando estes estão em níveis intermediários, ou seja, na base da solução.

Como dissemos, algumas restrições biológicas estão em algum limite. Vamos mostrar os benefícios ou custos de se alterar a solução ótima neste caso específico. A Tabela-18 mostra os limites discretos para alteração da solução ótima e os respectivos custos marginais associados.

TABELA 18 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE, CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - POSTURA - SP

Restrição Biológica	Límite Inferior Límite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Solução Ótima
Energia	26,90	-9,95	27,00
	27,50	9,95	
Cálcio	3,94	-31,64	4,00
	4,43	31,64	
Metionina	0,27	-80,12	0,34
	1,75	80,12	
Cistina	0,26	-278,99	0,27
	0,28	278,99	
Arginina	1,28	-24,63	1,37
	1,38	24,63	

Como se observa, o nível de energia, se reduzido conduz à diminuição de custo da ração. Se pudéssemos reduzir a metionina, seu nível poderia alcançar 0,27%, e para cada unidade subtraída do ótimo (0,34%) o custo da ração seria reduzido de Cr\$80,12; incrementar o nível de metionina implica em aumentar o custo da ração. A Tabela-18 mostra que a redução do nível ótimo para as restrições que estão em algum limite, implica em diminuir o custo da ração. O aumento do ótimo implica em acrescer o custo. Uma das restrições que acarreta maiores alterações no custo, por se deslocar do ponto ótimo, é

a cistina. O incremento no nível de energia da ração implica em concentrar mais os outros requerimentos e conseqüentemente em um custo de ração mais elevado.

Outras restrições estão em faixas intermediárias, ou seja, na base da solução. Existe um custo associado a elas para variação das mesmas na vizinhança do ótimo, dentro de intervalos discretos. A Tabela-19 mostra os resultados obtidos para este caso que analisaremos a seguir.

TABELA 19 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO - CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO - POSTURA - SP.

Restrição Biológica	Limite Inferior Limite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Solução Ótima
Proteína	20,56	4,26	20,70
	20,79	3,38	
Fósforo	2,23	53,48	2,24
	2,26	66,00	
Fibra	2,84	8,61	2,86
	3,03	4,39	
Lisina	1,02	97,35	1,03
	1,05	34,76	
Colina	0,10	799,04	0,11
	0,12	39,80	

O Custo de alterar a solução ótima é crescente para qualquer movimento na vizinhança dos pontos escolhidos. Naturalmente que esta afirmativa é verdadeira para os intervalos explicitados na coluna de limites. A solução ótima é pois um ponto de mínimo. O teor de proteína, por exemplo, poderia ser reduzido até 20,56% ou incrementado até 20,79% com os custos associados de Cr\$4,26 e Cr\$3,38 respectivamente, para cada unidade subtraída ou adicionada ao ótimo (20,7%). No Gráfico número 9, Apêndice-B, estão plotados, a título ilustrativo, os custos marginais ocasionados por um deslocamento na vizinhança do ótimo para o cálcio - que está no limite - e fibra que está na base. Como está evidente na

Tabela, o custo de alterar a solução ótima para abaixo é superior do que quando se procura alterá-la para mais, exceção feita ao fósforo.

Alguns dos dezesseis alimentos objeto do estudo aparecem em algum limite: ou tem participação nula ou então atingiram os limites técnicos impostos ao programa. A análise de sensibilidade, além dos elementos mostrados anteriormente, oferece a faixa de preços, dentro da qual, a solução ótima é estável. Naturalmente que este tipo de análise vale para intervalos discretos. A Tabela-20 apresenta estes resultados.

TABELA 20 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA
PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - POSTURA - SP.

ALIMENTOS	Cr\$/Kg	L.Inferior L.Superior	C.Marginal C.Marginal	Preço Superior Preço Inferior	Solução Ótima
Fa.Carne/Osso	6,65	6,01 11,44	0,71 -0,71	7,36 0,00	10,00
Fa. Peixe	8,35	0,00 0,35	-0,33 0,33	∞ 8,02	
Fo.Trigo	1,30	0,00 2,46	-0,30 0,30	∞ 0,99	
Fa.Trigo	2,73	0,00 3,94	-0,15 0,15	∞ 2,58	
Fo.Amendoim	3,90	3,36 6,41	1,24 -1,24	5,14 0,00	4,00
Fo.Arroz	2,55	0,00 3,75	-1,28 1,28	∞ 1,27	
Fa.Mandioca	4,10	0,00 25,22	-2,09 2,09	∞ 2,00	
Lisina Sintét.	80,00	0,00 1,43	-81,32 81,32	∞ 0,00	
Arroz Quebrado	3,38	0,00 7,90	-1,50 1,50	∞ 1,87	
Cloreto de <u>Co</u> lina	22,00	0,00 1,42	-23,32 23,32	∞ 0,00	

Como mostra a Tabela-20, as farinhas de carne/osso e amendoim fazem parte da solução nos respectivos limites de máximo impostos ao programa. Se pudéssemos utilizar mais que 4% de farelo de amendoim, ao preço atual, a quantidade poderia atingir 6,4% e, para cada quilograma adicionado, o custo da ração seria subtraído de Cr\$1,24. A redução de sua utilização, é possível até 3,36% e o custo marginal por unidade subtraída será Cr\$1,24. Se os preços vão de quase nulos a Cr\$5,14/Kg, a quantidade de farelo de amendoim na ração não será alterada. Fica mais barato alterar o ótimo para farinha de carne e ossos que para o farelo de amendoim. A farinha de trigo só entraria nesta formulação a preços inferiores a Cr\$2,58/Kg, quando comporia, aproximadamente, 4% do peso da ração; acima deste preço sua utilização é nula. Ao preço atual, o custo de introduzir uma unidade de farinha de trigo é Cr\$0,15, até o limite de 4%. A farinha de mandioca só entra na formulação se seus preços foram inferiores a Cr\$2,01/Kg, quando então sua utilização seria de 25%. Sua utilização ao preço atual (Cr\$4,10/Kg) implica em acrescentar a função de custo de Cr\$2,09 por cada unidade adicionada. O cloreto de colina e a lisina sintética jamais serão utilizados nesta formulação aos preços atuais, segundo as restrições dadas. O custo marginal de se deslocar na vizinhança do ótimo é igual, porém com sinal invertido, pelo fato de que, quando o alimento ou restrição estão no limite, a maximização é localizada. A excessão do arroz quebrado e farinha de mandioca, dentro dos respectivos intervalos discretos, a utilização dos demais produtos seria pequena mesmo a preços bem menores. De modo geral, o sorgo seria o produto substituído pela redução dos preços destes contidos na Tabela-20. O gráfico número 10, no Apêndice-B, mostra o intervalo de variação para o custo marginal relativo ao farelo de amendoim e farinha de mandioca.

Outro conjunto de alimentos está na base da solução ótima. A análise de sensibilidade oferece o mesmo tipo de resultado, ou seja, semelhante àquele para os produtos que estão em algum limite. Entretanto, o custo marginal de se deslocar na vizinhança do ponto ótimo, neste caso, é crescente nos dois sentidos. Isto se deve ao fato do mesmo ser limitante para a solução e ser de mínimo. Chamamos a atenção para o fato da análise valer em intervalos discretos. A Tabela-21 apresenta os resultados para este caso.

TABELA 21 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA
PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - POS-
TURA - SP.

ALIMENTOS	Cr\$/Kg	Lim.Inferior Lim.Superior	C.Marginal C.Marginal	Preço Superior Preço Inferior	Solução Ótima
Fo. Soja	4,01	16,99 17,98	0,36 0,41	4,37 3,59	17,31
Milho	2,64	29,87 56,38	0,06 0,03	2,70 2,60	31,79
Sorgo	2,50	0,00 29,32	0,03 0,05	2,52 2,44	27,22
Fa.Sangue	7,35	0,00 0,86	0,75 1,06	8,10 6,29	0,15
Fa.Osso	8,20	9,38 10,85	1,83 2,02	10,03 6,17	9,45
Metionina Sintética	78,00	0,02 1,46	21,83 81,26	99,83 0,00	0,06

A não ser para a metionina sintética, o custo de alterar a solução ótima dentro dos intervalos apontados na coluna limite, não são muito grandes. No caso do farelo de soja, sorgo, farinhas de sangue e osso e metionina sintética, reduzir a quantidade ótima custa menos que aumentá-la. Para o milho, o custo de reduzir a quantidade ótima é o dobro daquele para aumentá-la. Podemos reduzir a quantidade de milho do ótimo (31,79%) até (29,87%) ou aumentá-la até 56,38% com custos por unidade subtraída ou adicionada, de Cr\$0,06 e Cr\$0,03, respectivamente. Para preços variando de Cr\$2,60 a Cr\$2,70/Kg a quantidade de milho na ração permanece no ótimo e constante. Se os preços são inferiores a Cr\$2,60/Kg serão utilizados, no mínimo 56,38Kg em cada 100Kg de ração; se superiores a Cr\$2,70/kg, a utilização máxima cai para 29,87Kg. No caso da metionina sintética, a faixa de variação de preços para a solução estável é muito grande, indicando demanda bastante inelástica pelo produto, ou grande resistência da firma em reduzir a quantidade utilizada do produto. No caso dos produtos protéicos, o intervalo de preços para a solução estável é substancialmente maior que para os ener-
géticos.

Nos gráficos números 10 e 11 do Apêndice-B, estão

plotados os efeitos que alterações nos preços e quantidade têm sobre o custo da ração, bem como os custos marginais para os intervalos discretos para o milho e farelo de soja. No Gráfico Nº 12, Apêndice-B, estão os mesmos resultados para o farelo de amendoim, que alcançou o limite de máxima utilização.

VI.4 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO DE POSTURA - SÃO PAULO

No item II deste capítulo já elucidamos o procedimento para se elaborar a análise paramétrica. Geramos um conjunto de observações onde o preço e quantidade variam em sentido inverso e, mesmo tendo descontinuidade no ajustamento da quantidade face às variações do preço, calcular as indicações de elasticidade-arco no ponto. Podemos assim verificar o ajustamento da firma típica produtora de rações às verificações nos preços de produtos específicos. Passaremos a seguir a apresentar e discutir os resultados da parametrização.

Milho:

O milho tem participação elevada neste tipo de ração, pois 31,8% do peso total desta é composto por este produto. No sentido de se verificar a sensibilidade da firma às variações nas relações de preço milho/outros, parametrizamos a função custo. Os preços foram variados de quase nulos até Cr\$ 4,68/kg. Os resultados obtidos na análise paramétrica estão na Tabela-22. Foram plotados no Gráfico nº 13 no Apêndice-B.

TABELA 22 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO MILHO

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE-PREÇO (ARCO)
0,00	0,40	58,28	-0,022
0,41	2,60	56,38	-0,986
2,61	2,70	31,80	-0,757
2,71	2,86	29,88	-1,749
2,87	4,67	17,44	
4,68	∞	15,00	

O ajustamento da firma às variações do preço do milho é inelástico. Se considerarmos a variação total, a indicação de elasticidade é um pouco superior a -0,6. Apesar da rigidez de utilização, o que ocorre para preços superiores a Cr\$ 4,68/kg, imposta por uma restrição técnica, deve-se ressaltar o fato do milho possuir um conjunto razoável de substitutos para quantidades superiores a 15% na ração. Observa-se ainda que para preços menores, a firma resiste mais a reduzir o consumo de milho que para os mais elevados.

Sorgo:

Este é outro importante alimento energético da ração, embora os avicultores tenham algum preconceito quanto à sua maior utilização, em função de conferir coloração branca à ração e, das variedades com alto teor de tanino, apresentarem principios tóxicos às aves. Ao preço de mercado (Cr\$ 2,50/kg), participa com 27,22% do peso da ração. Fizemos a análise paramétrica da função custo para os seus preços, sendo os resultados apresentados na Tabela 23 e plotados no Gráfico 13, Apêndice-B.

TABELA 23 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O
PREÇO DO SORGO

INTERVALO DE PREÇOS		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE-PREÇO (ARCO)
0,00	2,29	42,89	-0,540
2,30	2,43	29,32	-1,563
2,44	2,52	27,22	
≥2,53		0,00	

Como mostra a tabela acima, a quantidade de sorgo utilizada na ração é bastante sensível à variação do preço. Considerando a variação total, a indicação de elasticidade é superior a -0,6, próxima daquela observada para o milho. Quando o preço do sorgo se torna competitivo, relativamente ao do milho, a firma tende a utilizar porcentagens elevadas do mesmo. O sorgo é bastan

te energético e relativamente concentrado em proteína em comparação com seus substitutos.

Farelo de Amendoim:

O farelo de amendoim é um produto de alto valor proteico, além de apresentar elevado nível calórico. Não fosse os problemas aliados à aflatoxina que o mesmo apresenta, fatalmente, entraria em maior porcentagem na ração. Para preços inferiores a Cr\$ 5,14/Kg ele já participa da ração no seu limite de máximo, 4%. No sentido de se verificar como sua participação na ração reage à variação em seu preço, parametrizamos a função objetivo, gerando os resultados contidos na Tabela-24, onde além dos intervalos de preço e respectivas quantidades constantes, apresentamos indicações das elasticidades-preço.

TABELA 24 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO FARELO DE AMENDOIM

INTERVALO DE PREÇOS		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE-PREÇO (ARCO)
0,00	5,14	4,00	-0,459
5,15	6,73	2,77	-0,16
6,74	15,00	2,51	
15,01	-	2,22	

Como se observa, é necessário uma grande variação do preço para que a firma, no curto prazo, reduza pouco o uso de farelo de amendoim. Isto indica um ajustamento bastante inelástico da firma face às variações do preço do farelo. Os preços variaram de quase nulos a Cr\$ 15,00/kg e a quantidade foi reduzida de 4% a 2,22% apenas. A indicação de elasticidade para a variação total é próxima de -0,37. Os resultados da Tabela-24 estão plotados no Gráfico nº 14, Apêndice-B.

Farelo de Soja:

Este produto, como já dissemos, é uma das principais fontes proteicas para os animais. Muitos estudiosos o consideram como o principal responsável pelo desenvolvimento das ativi

dades pecuárias racionalizadas nos Estados Unidos e Europa. Sua oferta apresenta um padrão de regularidade muito grande e poucas vezes tornou-se escasso no mercado devido à grande expansão da cultura da soja. Ao preço de Cr\$ 4,01/kg compõe 17,3% do peso total da ração. Ao se verificar a sensibilidade que a quantidade tem às variações do preço, constatamos que no intervalo de preços estudado, a quantidade variou de 23,9% a 8,92%. Os resultados estão na Tabela-25 e plotados no Gráfico nº 14, Apêndice-B.

TABELA 25 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA O PREÇO DO FARELO DE SOJA

INTERVALO DE PREÇO		QUANTIDADE EM 100 KG DE RAÇÃO	ELASTICIDADE-PREÇO (ARCO)
0,00	3,25	23,91	-0,398
3,26	3,58	17,98	-0,305
3,59	4,65	16,99	-1,176
4,66	5,10	13,92	-0,961
5,11	6,38	11,90	-0,625
6,39	10,98	9,21	
10,99	∞	8,91	

Como se observa, o ajustamento da firma típica às variações no preço do farelo de soja tende a ser inelástico, apresentando, contudo, elasticidades maiores do que as observadas para a ração corte final. Observa-se ainda que, para preços abaixo daquele de mercado, a demanda é bem menos elástica que para aqueles acima deste. Os dados evidenciam uma certa resistência da firma em reduzir muito a utilização do farelo de soja, embora isto seja menos drástico que no caso do farelo de amendoim. Se considerarmos a variação total, a indicação de elasticidade no ponto médio é próxima de -0,60, número bastante parecido com aquele para milho e sorgo. Dado o elevado teor de proteína que a ração apresentou, talvez o farelo de soja, para certas relações de preço, passe a ser utilizado como alimento energético. Dentro desta hipótese, as indicações mais elevadas de elasticidade são consistentes. Para efeito de análise, as indicações próximas de -0,3 são mais consistentes devido à essencialidade do produto para a ração.

VI.5 - RAÇÃO PARA CORTE FINAL - PERNAMBUCO

Esta ração é administrada aos animais, do 36º dia até o abate. Em média, um frango consome 3,3 Kg desta contra 1,2 Kg daquela ingerida até o 35º dia. O custo mínimo de 103 Kg de ração a preços de agosto de 1979 foi de Cr\$ 462,85, ou Cr\$ 4,49/Kg. Este custo engloba apenas o custo dos alimentos, sem considerar suplementação vitamínica e sal. De qualquer forma, esta parte é considerada fixa relativamente ao nível de energia, não tendo influência na parametrização.

O problema que encontramos na procura da solução ótima, é que a mesma só foi possível para 103 Kg de ração. Com isso algumas restrições aparecem em percentagem ligeiramente inferior à estabelecida; entretanto as restrições continuam muito próximas do ótimo, não ocasionando perdas aos resultados. Apenas o cálcio, metionina, arginina e triptofano que aparecem nos limites de mínimo foram ligeiramente afetados.

A Tabela-26 mostra os resultados obtidos pelo processamento do modelo no que se refere às restrições biológicas impostas.

TABELA 26 - RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS
AO PROGRAMA - RAÇÃO CORTE FINAL - PE*

Restrição Biológica	Calculado no Programa	Limite Inferior	Limite Superior	Preço Sombra
Energia Metab.	30,000	30,00	30,00	- 19,63
Proteína	20,000	18,00	20,00	37,03
Cálcio	1,500	1,50	-	- 38,49
Fósforo	0,910	0,50	-	-
Fibra	1,840	-	6,50	-
Metionina	0,400	0,40	-	- 99,25
Lisina	1,050	1,00	-	-
Cistina	0,303	0,30	-	-
Arginina	1,200	1,20	-	-712,71
Triptofano	0,200	0,20	-	-

* Para 103 Kg de ração. Os traços (-) representaram zero; menos para o limite superior.

Como se observa, todos os requerimentos biológicos das aves foram atendidos. O teor de fibra, extremamente limitante neste tipo de ração ficou bem abaixo do máximo fixado. A coluna de preço-sombra indica variações na função objetivo pelo relaxamento das restrições limitantes. Reduções nos níveis de energia, cálcio, metionina e arginina conduzem a custos de ração ainda menores. No caso da proteína, qualquer alteração de seu nível implica em custos mais elevados. Os sinais negativos do preço sombra indicam que as restrições estão em excesso, dentro da possibilidade de escolha. Fósforo, fibra, lisina, cistina e triptofano, tem custo de oportunidade nulo porque estão na base da solução.

Podemos verificar o custo das restrições avaliado a preço-sombra e assim determinar quais delas mais oneram a ração. A Tabela-27 mostra este caso e a participação no custo total de cada restrição.

TABELA 27 - CUSTOS DAS RESTRIÇÕES AVALIADO A PREÇO-SOMBRA

Restrição Biológica	Custo	% Do Custo Total
Energia	588,90	25,8
Proteína	740,60	32,5
Cálcio	57,74	2,5
Metionina	39,70	1,7
Arginina	855,25	37,5
T o t a l	2.282,19	100,00

A arginina e proteína absorvem a maior parcela dos custos das restrições, 37,5% e 32,5% respectivamente. A energia é a terceira restrição mais cara, absorvendo 25,8% do custo. Dos minerais (macroelementos), o cálcio é o mais caro e o fósforo tem custo alternativo nulo. Os dois aminoácidos essenciais absorvem 39,2% do custo.

Dezesseis alimentos compõem o universo de escolha do programa para esta ração: farelos de soja, trigo, arroz e babaçu; farinhas de peixe, carne e ossos, trigo, sangue, ossos, mandioca,

e raspa de mandioca; milho, sorgo, feijão macaçar, metionina e lisina sintéticas. A raspa de mandioca não é disponível no Nordeste, porém deve ser objeto de estudo. Determinamos seu preço por uma relação fixa entre estes e a farinha de mandioca crua em São Paulo. Alguns destes alimentos tem restrição de uso pelos animais.

A Tabela-28 apresenta a composição de ração obtida bem como os respectivos limites impostos aos produtos.

TABELA 28 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO -
LIMITES TÉCNICOS - CORTE FINAL - PE

Alimento	Cr\$/Kg	Quantidade Kg	Limite Inferior	Limite Superior	% Total
Fo. Soja	7,24	11,62	-	30	11,30
Fa. Carne/osso	9,37	10,00	-	10	9,70
Fa. Peixe	8,60	3,92	-	40	3,80
Milho	5,03	15,00	15	-	14,60
Fa. Trigo	2,73	52,99	-	-	51,40
Fa. Osso	8,33	0,53	-	-	0,01
Metionina Sintêti ca	95,00	0,08	-	-	0,00
Fa. Raspa	2,20	8,86	-	40	8,60
T o t a l		103,00			100,00

A metionina sintética tem participação percentual superior a zero; o algarismo significativo ocorre na terceira casa decimal.

Como se observa, as restrições técnicas dos animais foram atendidas. A farinha de trigo e o milho são os principais componentes desta ração, representando 66% do peso total. A parte protéica da ração está composta pelo farelo de soja, farinhas de carne/osso e peixe, representando 25,54% do peso total. A farinha de raspa de mandioca representa 8,6%, sendo um componente energêtico. Os produtos tipicamente energéticos representam 51,8% do custo estimado e os proteicos 47,3%, aproximadamente.

A elevada participação da farinha de trigo deve-se a seu preço muito subsidiado e também às suas propriedades nutritivas.

Passaremos agora à análise de sensibilidade da solução ótima. Esta análise nos oferece, para requerimentos ou alimentos que estão em algum limite ou na base, faixas de preços para a solução estável, custo marginal de se alterar qualquer elemento da solução dentro de certos limites, dentre outros.

Algumas restrições atingiram os limites permitidos e portanto não estão na base da solução. Vamos mostrar os custos ou benefícios de se alterar a solução ótima, dentro do intervalo discreto para o qual a análise é válida. A Tabela 29 apresenta os resultados obtidos para este caso.

TABELA 29 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - CORTE FINAL - PE

Restrições Biológicas	Limite Inferior Limite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Solução Ótima
Energia	29,99	- 19,63	30,00
	30,04	19,63	
Proteína	19,96	37,03	20,00
	20,01	- 37,03	
Cálcio	1,48	- 38,49	1,50
	1,53	38,49	
Metionina	0,35	- 99,25	0,40
	0,48	99,25	
Arginina	1,19	-712,71	1,20
	1,21	712,71	

Se desejamos aumentar o nível de energia da ração, ele poderá ser elevado até 3004 Kcal/Kg, só que o custo de se fazer isto é Cr\$ 19,63 por cada dez megacaloria adicionada. Poderíamos reduzi-lo até 2999Kcal/kg e para cada dez megacalorias subtraídas, a função objetivo será reduzida em Cr\$ 19,63.

O teor de proteína poderá ser reduzido até 19,96%, para cada 1% de redução o custo será incrementado de 37,03; pode

rã ser aumentado até 20,01% e a redução correspondente do custo mínimo é 37,03 para cada 1% de acréscimo na proteína.

O teor de cálcio poderá ser reduzido até 1,48% ou incrementado até 1,53%, correspondendo custo de -38,49 e 38,49 para 1% de variação, respectivamente. Se desejamos produzir uma ração com nível de energia mais elevado, teríamos que concentrar todos os ingredientes, uma vez que guardam proporção com aquela. A exceção da proteína, a concentração de energia implica em aumento do custo para todas as outras restrições. Como se percebe, o custo de se deslocar na vizinhança do ótimo é igual, porém com sinal invertido.

Outros requerimentos estão na base da solução. A Tabela-30 apresenta os resultados do programa.

TABELA 30 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO - CUSTOS DE ALTERAR O ÓTIMO CORTE FINAL - PE

Restrições Biológicas	Limite Inferior	Custo Marginal	Solução
	Limite Superior	Custo Marginal	Ótima
Fósforo	0,909	78,33	0,911
	0,915	57,80	
Fibra	1,833	4,99	1,838
	1,928	2,84	
Lisina	1,014	431,36	1,052
	1,056	66,62	
Cistina	0,302	138,68	0,303
	0,304	257,57	
Triptofano	0,199	137,49	0,200
	0,205	333,00	

Como se observa, o custo marginal é diferente ao se deslocar para a esquerda ou direita, na vizinhança do ótimo. Qualquer deslocamento implica em incrementar a função objetivo. Por exemplo, a redução de 1% no teor de lisina implica em acrescentar Cr\$ 431,36 à função objetivo; entretanto o acréscimo desta é mais barato. Deve-se lembrar que este custo marginal só é válido dentro dos limites apontados. No caso do triptofano, aumentar sua quantidade além do ótimo custa mais que reduzi-la. Podemos então

avaliar a situação de cada ingrediente caso queiramos alterar seu valor na solução ótima e verificar o impacto que este procedimento terá sobre o custo da ração. Do ponto de vista do empresário, esta informação é de extrema utilidade gerencial. No Gráfico Nº 15, Apêndice-B, estão plotados os custos dentro dos respectivos intervalos discretos para energia - que está no limite e para a cistina que está na base da solução.

Alguns dos alimentos que estavam disponíveis não foram escolhidos, por exemplo, por causa do preço e de sua composição nutritiva. Outros atingiram os limites técnicos de utilização. Este grupo se constitui daqueles alimentos que estão em algum limite. A farinha de carne/osso, por exemplo, aparece na solução ótima no limite máximo e o milho no de mínimo. A seguir, apresentamos este grupo de alimentos e a análise de sensibilidade da solução ótima onde os intervalos de preço, limites de participação e custos marginais de alterá-la aparecem. A Tabela-31, na próxima página, mostra os resultados obtidos pelo processamento do modelo que serão analisados.

Observa-se, na Tabela-31, que o custo marginal por se deslocar na vizinhança da solução ótima é igual, com sinal inverso, contudo. Ao preço atual, se quisermos aumentar a quantidade de milho, poderíamos fazê-lo até 22,4 Kg; teríamos de acrescentar a função objetivo de Cr\$ 2,19 por cada quilograma adicionado. Poderíamos reduzi-lo até 14,48 Kg e, então, a função objetivo seria subtraída de Cr\$ 2,19 por quilo retirado. Observa-se que para os preços acima de Cr\$ 2,84/Kg, a quantidade de milho permanece inalterada e igual a 15,00 Kg, conforme a restrição técnica ou seja, neste ramo da curva, ela é totalmente inelástica. A farinha de carne/osso, será utilizada no limite máximo (10 Kg) para preços até Cr\$ 12,94/Kg. Percebe-se, ainda, que o fato de se relaxar a restrição de máximo desta, implica em aumentar pouco sua utilização e ter pequena redução de custo. Isto indica que a demanda por este componente é bastante inelástica no curto prazo. Nota-se que, do sorgo ao farelo de babaçu, nenhum dos alimentos fez parte da solução, ou seja, estão no limite inferior. O sorgo só entrará na solução para preços inferiores a Cr\$ 2,30/Kg. Abaixo deste preço sua participação mínima será de 3,7 Kg. O farelo de trigo terá pequena participação mesmo para preços inferiores a Cr\$ 0,39/kg. O feijão macaçar começaria a fazer parte da solução para preços in

TABELA 31 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - CORTE FINAL - PE

Alimento	Cr\$/Kg	Limite Inferior	Custo Marginal	Preço Superior	Solução
		Limite Superior	Custo Marginal	Preço Inferior	Ótima
Fa. Carne/					
Ossos	9,37	9,502	3,56	12,93	10
		10,016	- 3,56	0,00	
Milho	5,03	14,483	- 2,19	∞	15
		22,434	2,19	2,84	
Sorgo	3,70	0,000	- 1,40	∞	-
		3,731	1,40	2,29	
Fo. Trigo	1,83	0,000	- 1,44	∞	-
		0,177	1,44	0,38	
Feijão Maca					
çar	10,00	0,000	- 1,28	∞	-
		0,019	1,28	8,71	
Fa. Sangue	9,73	0,000	-12,49	∞	-
		0,207	12,49	0,00	
Fo. Arroz	2,60	0,000	- 3,21	∞	-
		0,327	3,21	0,00	-
Fa. Mandioca	2,60	0,000	- 0,21	∞	-
		0,609	0,21	2,39	
Lisina Sint.	98,50	0,000	-101,76	∞	-
		0,084	101,76	0,00	
Fo. Babaçu	4,00	0,000	- 10,83	∞	-
		0,147	10,83	0,00	

feriores a Cr\$ 8,70/Kg, sendo que a este nível de preço sua participação é extremamente baixa. A farinha de mandioca crua participaria da solução para preços iguais ou inferiores a Cr\$ 2,39/Kg, embora o custo marginal de adicioná-la ao preço atual seja pequeno. Ela contudo, só utilizaria 0,61 Kg na formulação. A farinha de sangue, farelo de arroz, lisina sintética e farelo de babaçu não podem ser utilizados na ração devido às relações de preços que guardam com outros alimentos e à composição nutritiva. Deve-se ressaltar que não possuímos o

aminograma do farelo de babaçu e isto pode ter influido na eliminação do mesmo. Se forcarmos a entrada de qualquer destes alimentos na ração, aos preços atuais e até os limites permitidos, pode-se observar na Tabela o elevado custo de fazê-lo.

Outros alimentos estão na base da solução e portanto, encontram-se em níveis intermediários, ou seja, não atingiram os limites impostos pelas restrições técnicas. Como aconteceu no caso dos requerimentos que estavam na base, o custo marginal de se deslocar na vizinhança do ponto ótimo é diferente para deslocamentos à esquerda ou à direita deste. A seguir na Tabela 32, apresentamos a análise de sensibilidade da solução ótima para estes alimentos, onde são mostrados intervalos de preço em que a solução é estável, limites de quantidades dentro dos quais os custos marginais são válidos e estes.

TABELA 32 -- ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - CORTE FINAL - PE

Alimentos	Cr\$/Kg	Límite Inferior	Custo Marginal	Preço Superior	Solução Ótima
		Límite Superior	Custo Marginal	Preço Inferior	
Fo.Soja	7,24	11,57 11,78	0,54 1,53	7,78 5,70	11,62
Fa.Peixe	8,60	3,64 3,93	5,05 1,64	13,65 6,95	3,92
Fa.Trigo	2,73	51,12 53,07	0,14 0,30	2,87 2,42	52,99
Fa.Osso	8,32	0,52 0,67	11,43 12,05	19,76 0,00	0,53
Metionina Sintética	95,00	0,07 0,16	109,97 98,11	204,97 0,00	0,08
Raspa de Mandioca	2,20	8,09 10,19	0,17 0,19	2,36 0,00	8,86

O custo marginal de reduzir a utilização da farinha de peixe até 3,64 Kg é bem superior ao de incrementar sua utilização até 3,93 Kg. Para preços variando de Cr\$ 6,95 a Cr\$ 13,65/kg, a quantidade de farinha de peixe será 3,92 Kg. Os produtos protéicos, de modo geral, exigem grande variação de preço para que a quantidade utilizada tenha pequenas variações, caracterizando uma certa inelasticidade da demanda. A farinha de trigo compõe elevada parcela

do peso da ração. O custo marginal de alterar a quantidade ótima na ração é pequeno e a amplitude de variação dos preços dentro da qual a solução é estável, é também pequena. O preço subsidiado faz com que a firma resista muito em reduzir a utilização da farinha de trigo. A raspa de mandioca tem potencialidade de ser mais utilizada na ração de frango. Para preços inferiores a Cr\$ 2,00/Kg sua utilização deverá superar a 10% do peso da ração. A demanda por metionina sintética é bastante inelástica e o custo marginal de se alterar sua utilização, na vizinhança do ótimo é muito elevado. Isto se deve, também, à escassez bastante pronunciada da metionina nos alimentos de origem vegetal, utilizados pelos animais. Os Gráficos número 16 e 17, Apêndice-B, ilustram os resultados acima para o milho (que está no limite de mínimo) e farelo de soja (que está na base), dentro dos intervalos em que vale a análise, respectivamente.

VI.6 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO DE CORTE FINAL PE

No sentido de se verificar o ajustamento que a firma produtora típica tem, às variações nas relações de preços dos insumos, elaboramos a análise paramétrica conforme proposta anteriormente. Um conjunto de preços e quantidades foram obtidos e através dele, dentro do conceito de elasticidade - arco no ponto médio, calculamos as indicações de elasticidades. Chamamos a atenção para o fato da quantidade se alterar descontinuamente e daí a utilização do conceito de elasticidade - arco no ponto médio. A seguir mostraremos os resultados obtidos para diversos produtos.

Milho

Nesta ração o milho participa com 15 Kg, ou seja, no limite mínimo estabelecido. Para preços superiores a Cr\$ 2,83/kg sua quantidade é constante colocando, portanto, inelasticidade total na demanda pelo produto. Parametrizamos a função custo para preços inferiores a este. Os resultados obtidos estão na Tabela 33 e plotados no gráfi

fico-18, Apêndice-B.

TABELA 33 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA
OS PREÇOS DO MILHO

Intervalo de Preços		Quantidade em 103 Kg De Ração	Elasticidade - Pre ço (Arco)
0,00	2,60	28,14	- 0,32
2,61	2,82	22,43	
2,83	∞	15,00	

O ajustamento da firma às variações no preço do milho é inelástico. Talvez o fato do produto ter aparecido na restrição de mínimo tenha implicado em elasticidade tão baixa em relação aos casos anteriores. O milho tem um bom conjunto de substitutos, o que deixa ao empresário certa margem de manobra, além do limite de mínimo.

Sorgo

O sorgo só entra na ração a preços inferiores a Cr\$ 2,30/Kg. Parametrizamos a função custo para este produto, fixando-se os preços dos demais e decrescendo aquele relativo a este. A seguir, apresentamos os resultados obtidos, onde, para cada faixa de preços, as quantidades são fixas. Os resultados obtidos estão na Tabela 34.

TABELA 34 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS
PREÇOS DO SORGO

Intervalo de Preços		Quantidade	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	1,95	12,66	- 0,236
1,96	2,12	10,71	-12,080
2,13	2,29	3,73	
2,30	∞	0,00	

O ajustamento da firma à variação no preço do sor go é inelástica para preços muito baixos e bastante elástico para preços superiores a Cr\$ 2,00/Kg. Entretanto esta elasticidade deve ser vista com certa reserva, devido às restrições técnicas que foram impostas ao programa. É preciso lembrar que o sorgo possui um bom número de substitutos. Considerando a variação total a indicação de elasticidade é próxima de -1,8.

Farinha De Trigo

Colocamos este produto na ração pelo fato do mesmo a presentar preço subsidiado e porque a indústria de ração utiliza-o constantemente. Parametrizamos a função custo variando os seus preços e os resultados obtidos são apresentados na Tabela-35 e plo tados no Gráfico nº 18, Apêndice-B.

TABELA 35 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO DE CUSTO PARA OS PREÇOS
DA FARINHA DE TRIGO

Intervalo de Preços		Quantidade	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	2,41	53,19	- 0,010
2,42	2,87	52,99	- 0,233
2,88	3,22	51,26	- 0,064
3,23	6,50	49,77	- 0,056
6,51	9,47	48,41	
	> 9,47	47,80	

O ajustamento da firma às variações no preço da farinha de trigo, no curto prazo, é inelástica. Na "faixa" de preços onde a observação para o mercado está situada, a "elasticidade" é um pouco superior do que para os valores acima e abaixo destes. Isto pode se dever às restrições técnicas do programa, ou a alguma característica do produto. A rigidez de utilização deste produto se deve em grande parte, ao subsídio que lhe é dado. Os dados da Tabela mostram que, para uma substancial variação de preços, a quantidade varia muito pouco. Considerando a variação total a indicação de elasticidade é próxima de -0,064.

Feijão Macaçar

Este produto é característico da região Nordeste, sendo muito utilizado para consumo humano. Entretanto, algumas vezes, resta algum excedente que, após tostar, serve para alimentar animais. Deve-se tostá-lo devido ao problema de grande quantidade de Urease (presente nas leguminosas). A razão do mesmo estar no programa deve-se, então, à sua potencialidade como substituto, principal

mente, de farelos protéicos. Seu preço foi decrescido até Cr\$ 2,00/Kg e o efeito disto sobre a quantidade na ração, encontra-se na Tabela 36 e estão plotados no Gráfico-19, Apêndice-B.

TABELA 36 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS DO FEIJÃO MACAÇAR

Intervalo de Preços		Quantidade	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	0,52	3,32	- 0,391
0,53	3,65	1,77	- 1,578
3,66	3,99	0,65	- 6,432
4,00	5,99	0,09	- 3,093
6,00	8,71	0,02	
	> 8,72	0,00	

Como esperávamos o ajustamento da firma típica às variações no preço do feijão macaçar é elástico. Isto indica que o mesmo apresenta um conjunto de produtos substitutos, bastante amplo. Considerando a variação total, a indicação de elasticidade é próxima de -1,06.

Raspa de Mandioca

Embora não seja um produto muito utilizado no Nordeste, essa região tem potencialidade natural de produzi-lo. É tipicamente energético e substituto do milho. No sentido de se verificar sua potencialidade, parametrizamos a função de custo para os seus preços. Os resultados oriundos desta análise encontram-se na Tabela-37 e estão plotados no Gráfico-19, Apêndice-B.

TABELA 37 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS
NA RASPA DE MANDIOCA

Intervalo de Preços		Quantidade	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	1,63	11,34	-0,140
1,64	2,00	10,19	-0,772
2,01	2,36	8,85	-0,764
2,37	2,53	8,09	
	> 2,54	0,00	

A firma reage quase elasticamente às variações nos preços da raspa de mandioca. Isto indica a potencialidade que o produto tem para ser utilizado na criação de frangos de corte, em faixas de relações de preços bem definidas. Deve-se lembrar que o produto é tipicamente energético e pela facilidade de ser produzido, tratando-se de cultura tipo familiar, a possibilidade de desenvolvimento é bastante ampla e desejável, tanto do ponto de vista social como econômico. Considerando a variação total, a indicação de elasticidade é próxima de -0,33.

Farinha de Mandioca

A farinha de mandioca é mais utilizada como alimento humano mas ela tem potencialidade de ser utilizada nas rações para os diversos animais. Tal como a raspa, a farinha de mandioca tem restrições do ponto de vista técnico, quando de sua utilização por monogástricos (suínos, aves, coelhos), devido a seu elevado teor de fibra e potássio. Mesmo assim, parametrizamos a função custo para variações nos preços desta e, a seguir (Tabela 38), apresentamos os resultados obtidos.

TABELA 38 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA OS PREÇOS.
DA FARINHA DE MANDIOCA

Intervalo de Preços		Quantidade	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	1,66	12,32	- 0,132
1,67	1,80	11,22	- 2,245
1,81	2,20	8,09	- 12,546
2,21	2,39	0,61	
2,40	∞	0,00	

Como ficou evidenciado no quadro acima, o ajustamento da firma às variações no preço da farinha de mandioca é elástico. Embora as elasticidades sejam apenas indicativas, deve-se lembrar que seus valores são muito elevados e, portanto, deverão ser vistos com reserva. Para preços inferiores a Cr\$ 1,80/Kg, a elasticidade é bastante baixa, indicando uma rigidez de utilização do produto. A farinha de mandioca tem substitutos bastante próximos, pois, trata-se de produto tipicamente energético. Assim, a indicação de elasticidade maior que a unidade parece consistente. Considerando a variação total, a elasticidade é próxima de -2.

Farelo De Soja

O preço do farelo de soja foi variado de Cr\$ 1,00 até o limite de 12,24, com os resultados mostrados na Tabela 39 e plotados no Gráfico-20, Apêndice-B.

TABELA 39 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO DE CUSTO PARA PREÇOS DO FARELO DE SOJA

Intervalo de Preço		Quantidade Kg	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	5,60	12,72	- 0,013
5,61	5,69	12,61	- 0,469
5,70	7,78	11,61	- 0,010
7,79	17,78	11,57	
	> 17,79*	11,54	

* - Não fomos além de Cr\$ 17,79/Kg.

Observa-se que a reação da firma típica produtora de rações, para variações nas relações de preços farelo de soja e outros, mostra-se inelástica. Na faixa em que se situa o preço de mercado, a elasticidade é um pouco maior, reduzindo-se substancialmente para valores acima ou abaixo deste. De qualquer forma, estas indicações refletem a essencialidade do produto na alimentação dos frangos. Considerando a variação total, a indicação de elasticidade é próxima de -0,08.

VI.7 - RAÇÃO PARA POSTURA - PERNAMBUCO

Esta ração é administrada aos animais durante o período produtivo, ou seja, durante a fase de postura até o descarte e representa elevada participação no consumo dentro da atividade. Daí, então, a razão de estudarmos a mesma dentro da hipótese de que a tecnologia de produção de ovos é conhecida e que a proporção dos quatro tipos de ração utilizados permanece constante ou pouco variável.

Com este tipo de ração apareceu o problema de não conseguirmos encontrar a solução ótima, uma vez que a linha de restrição para proteína era impossível. Assim, parametrizamos a referida restrição e contornamos o problema. Contudo, isto implicou em acréscimo do custo da ração, pois o teor de proteína foi aumentado. Este maior teor de proteína tem implicações relativas ao manejo, pois requer maior consumo de água. Entretanto, apenas do ponto de vista dos farelos proteicos é que a análise fica mais comprometida. No caso dos energéticos não há maior problema, dada a natureza diferente do alimento. Parametrizamos a função custo para os alimentos mais importantes e, a seguir, faremos a interpretação da análise de estabilidade da solução, bem como daquela.

O custo obtido foi de Cr\$ 6,37/kg de ração o que é bastante elevado devido ao nível de proteína na ração. Na Tabela 40 apresentamos as restrições de natureza biológica impostas ao programa, bem como os valores escolhidos pela máquina. Chamamos a atenção para o fato de todos os aminoácidos e a colina estarem apenas com limites mínimos fixados, dado o conhecimento científico sobre os mesmos.

TABELA 40 - RESTRIÇÕES DE NATUREZA BIOLÓGICA IMPOSTAS AO PROGRAMA RAÇÃO POSTURA - PE*

Restrição Biológica	Valor do Programa	Limite Inferior	Limite Superior	Preço-Sombra
Energia	27,000	27,000	28,500	- 191,51
Proteína	21,500	-	21,500	102,69
Cálcio	4,000	4,000	5,000	- 221,92
Fósforo	2,202	0,700	-	-
Fibra	3,276	-	5,000	-
Metionina	0,357	0,340	-	-
Lisina	1,254	0,720	-	-
Cistina	0,270	0,270	-	-
Arginina	1,370	1,370	-	-2.132,29
Colina	0,122	0,110	-	-

* - Os traços (-) correspondem ao valor zero (0,000), menos para o Limite Superior.

Como notamos na Tabela anterior, todos os requerimentos biológicos impostos ao programa foram atendidos. É necessário lembrar que as restrições de mínimo são para valores iguais ou superiores aos explicitados na coluna limite inferior e as de máximo, para valores menores ou iguais àqueles contidos na coluna de limite superior.

Podemos agora avaliar o custo da referida ração a preço-sombra, onde este mede o custo de oportunidade de cada requerimento ou restrição biológica. A Tabela-41, a seguir compõe este quadro geral de análise, sendo que algumas restrições tem custo alternativo nulo.

TABELA 41 - CUSTO DAS RESTRIÇÕES AVALIADAS A PREÇO - SOMBRA

Restrição Biológica	Quantidade No Programa	Custo	% Do Custo Total
Energia	27,00	5.170,77	46,22
Proteína	21,50	2.207,83	19,74
Cálcio	4,00	887,68	7,93
Arginina	1,37	2.921,23	26,11
T o t a l	-	11.187,51	100,00

59238

O requerimento mais oneroso da ração é a energia metabolizável, representando 46,22% deste. A arginina representa o segundo item mais caro, seguida pela proteína, com o cálcio representando apenas 7,93% do custo dos requerimentos. Os demais requerimentos tem custo alternativo nulo.

Os requerimentos acima foram atendidos pelo programa que continha 17 fontes dos mesmos. Entretanto, uma mesma fonte (alimento) poderia conter mais de um requerimento e possui um preço de mercado. Nem todos alimentos aparecem na escolha ótima, ou seja, a de mínimo custo. A seguir apresentamos aqueles que foram seleccionados.

59238

Todos os limites técnicos impostos aos alimentos que participam foram respeitados. A participação mais elevada do que na ração de corte, no caso da farinha de osso, deve-se ao fato da necessidade mais elevada, em cálcio, da poedeira (entre 4% e 5%). Os farelos protéicos representam 32,1% do peso da ração e o feijão macaçar que tem característica de protéico e energético, representa 7,43% do peso da ração. Os energéticos apresentam 51,93% do peso da formulação. A farinha de osso, fonte de cálcio e fósforo, representa 8,54% do peso da mistura. A Tabela-42 apresenta esses resultados.

TABELA 42 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO - LIMITES TÉCNICOS

Alimento	Cr\$/Kg	Limite Inferior	Limite Superior	Quantidade
Fo. Soja	7,24	-	40,00	17,10
Fa. Carne/osso	9,37	-	10,00	10,00
Fa. Peixe	8,60	-	5,00	5,00
Milho	5,03	15,00	-	39,92
Feijão Macaçar	10,00	-	10,00	7,43
Fa. Osso	8,33	-	-	8,54
Fa. Mandioca	2,60	-	40,00	12,01

Em termos de participação no custo, temos a seguinte distribuição: protéicos 40,8%; energéticos 36,4%; feijão macaçar 11,6%; farinha de osso 11,2%. Como se observa, o grupo dos protéicos é o que mais peso tem na formação do preço da ração.

Muitos dos requerimentos ou dos alimentos que aparecem na solução ótima não são elementos da base e portanto, estão em algum limite. Isto acontece, ou porque não foram escolhidos, ou porque atingiram limites de restrições técnicas. Passaremos imediatamente à interpretação destes casos e a implicação sobre a função de custo por tentativas de alteração desta situação.

Observamos que, para o caso da energia, uma redução no nível desta implica em diminuir a função objetivo. Por exemplo, ela

poderia ser reduzida até 26,88 dez megacalorias, implicando em subtrair 191,51 para cada unidade de caloria definida anteriormente. A elevação do nível de proteína implica em reduzir a função objetivo (valor). Se reduzirmos o nível de arginina, para cada 1%, até o nível de 1,34%, a função objetivo será reduzida de 2.132,30. O mesmo raciocínio se faz para o cálcio. Na Tabela 43, a coluna limite implica nos níveis que o requerimento pode atingir e a de custo marginal, os valores deste que são válidos dentro daqueles.

TABELA 43 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE, CUSTOS DE SE ALTERAR O ÓTIMO - RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO

Restrição Biológica	Limite Inferior Limite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Solução Ótima
Energia	26,88 27,16	191,51 (-) 191,51	27,00
Proteína	21,47 22,01	102,69 102,69 (-)	21,50
Cálcio	3,92 4,15	221,91 (-) 221,91	4,00
Arginina	1,34 1,38	2.132,29 (-) 2.132,29	1,37

Um outro conjunto de restrições está na base da solução e caracteriza-se por apresentar custos marginais diferentes para movimentos na vizinhança do ponto de ótimo. Como pode-se notar à Tabela 44, o custo de alterar a solução ótima para a maioria das restrições biológicas é bastante alto. Apenas no caso da fibra, o custo de reduzir a quantidade ótima situa-se por volta de Cr\$ 8,45 para cada 1% reduzido de 3,27% até 2,97%. Observa-se que o custo de reduzir as quantidades da solução ótima são superiores ao de aumentá-las, excetuando-se a fibra. A colina, por exemplo, poderia ser reduzida até 0,11 ou acrescida até 0,38, com custos marginais correspondentes mostrados na Tabela para cada 1% de variação no nível desta.

Um conjunto de alimentos, objeto da análise do programa, está em algum limite de participação. Estes limites são atingidos por imposição técnica dos animais ou então são nulos, pelo fato de, dadas as restrições e os preços, o produto não foi selecionado para fazer parte da ração de custo mínimo. A seguir, analisamos o resultado obtido para estes casos, onde quantidades, custos e intervalos de preços dentro dos quais a solução é válida, são discutidas. A Tabela 44, apresenta os resultados obtidos.

TABELA 44 - RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS QUE ESTÃO NA BASE DA SOLUÇÃO ÓTIMA, CUSTO DE ALTERAR O ÓTIMO - RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO

Restrições Biológica	Limite Inferior Limite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Solução Ótima
Fósforo	2,20 2,22	∞ 128,22	2,20
Fibra	2,97 3,28	8,45 ∞	3,27
Metionina	0,35 0,89	3.674,59 150,02	0,35
Lisina	1,18 1,74	381,82 168,25	1,25
Cistina	0,26 0,27	5.562,01 2.636,38	0,27
Colina	0,11 0,38	8.433,68 176,45	0,12

A farinha de carne/osso, entra na formulação na restrição de máximo, ou seja 10Kg. Esta quantidade permanece inalterada para preços até Cr\$ 32,54/Kg. Se pudéssemos relaxar a restrição de máximo, sua quantidade atingiria 10,37 Kg ao preço atual e o custo de produzir a ração seria reduzido de Cr\$ 23,16, para cada Kg adicionado. Como mostrado na Tabela 45, a redução de sua utilização implica em aumentar a função custo.

No caso da farinha de peixe, a função custo seria substancialmente reduzida, se pudéssemos relaxar a restrição técnica

TABELA 45 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO EM ALGUM LIMITE - RAÇÃO DE POSTURA - PE.

Alimento	Cr\$/Kg	Limite Infe rior Limite Supe rior	Custo Margi nal Custo Margi nal	Preço Supe rior Preço Infe rior	Solução Óti ma
Fa.Carne/Osso	9,37	8,55 10,37	23,17 - 23,17	32,54 0,00	10 5
Fa.Peixe	8,60	2,76 9,36	11,05 - 11,05	19,65 0,00	-
Sorgo	3,70	0,00 8,28	- 2,42 2,42	∞ 1,27	-
Fo.Trigo	1,83	0,00 0,89	- 33,36 33,36	∞ 0,00	-
Fa.Trigo	2,73	0,00 5,81	- 3,06 3,06	∞ 0,00	-
Fa.Sangue	9,73	0,00 0,35	- 74,00 74,00	∞ 0,00	-
Fa.Arroz	2,60	0,00 1,19	- 26,04 26,04	∞ 0,00	-
Met.Sintêti ca	95,00	0,00 0,52	-153,46 153,46	∞ 0,00	-
Lis.Sintêti ca	98,50	0,00 0,52	-156,96 156,96	∞ 0,00	-
Fo.Babaçu	4,00	0,00 0,16	- 41,71 41,71	∞ 0,00	-
Raspa Mandio ca	2,20	0,00 7,71	- 0,33 0,33	∞ 1,86	-
Cloreto de Colina	30,00	0,00 0,52	- 88,46 88,46	∞ 0,00	-

sobre a mesma. Sua quantidade poderia atingir 9,36 Kg e a função objetivo seria reduzida de Cr\$ 11,06 para cada Kg incorporado até aquele limite. A quantidade na ração será de 5 Kg para preços até Cr\$ 19,65/Kg.

O sorgo só entraria na formulação para preços inferiores a Cr\$ 1,27/Kg e, então, sua utilização mínima seria de 8,28Kg. Aos preços atuais, o custo de incorporá-lo à ração é de Cr\$ 2,43 para cada quilo adicionado.

Do farelo de trigo ao cloreto de colina, nenhum dos alimentos fazem parte da solução ótima. A raspa de mandioca entraria na ração com preços inferiores a Cr\$ 1,86/Kg, quando então ela

representaria, aproximadamente, 7% do peso desta. Observa-se na Tabela 45, que, o custo de forçar a entrada dos alimentos que estão no limite nulo, é muito alto, excessão à raspa de mandioca.

Outro conjunto de alimentos está na base da solução e o custo de se alterar suas quantidades na vizinhança do ótimo é sempre crescente e assume valores diferentes em uma direção ou outra. Vamos fazer alguns comentários relativos à análise de sensibilidade da solução ótima para este caso específico e a Tabela-46 apresenta os resultados.

TABELA 46 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA SOLUÇÃO ÓTIMA PARA OS ALIMENTOS QUE ESTÃO NA BASE - RAÇÃO DE POSTURA - PE.

Alimento	Cr\$/Kg	Limite Inferior Limite Superior	Custo Marginal Custo Marginal	Preço Superior Preço Inferior	Solução Ótima
Fo.Soja	7,24	16,46 18,18	4,07 22,89	11,31 0,00	17,1
Milho	5,03	39,91 41,54	∞ 1,59	∞ 3,43	39,91
Feijão Macaçar	10,00	7,37 8,03	413,35 4,24	423,35 5,7	7,43
Fa.Osso	8,33	8,54 8,99	∞ 55,20	∞ 0,00	8,54
Fa.Mandioca	2,60	2,66 12,00	0,27 ∞	2,87 0,00	12,00

No caso do farelo de soja, para preços até Cr\$ 11,31/Kg, a quantidade ótima na ração será de 17,1 Kg. Poderemos reduzir sua participação até 16,46 Kg ou aumentá-la até 18,18 Kg, mas os custos de se fazer isto são Cr\$ 4,07 e Cr\$ 22,89 por Kg.

Se os preços forem superiores a Cr\$ 3,43/Kg, a quantidade de milho a ser utilizado será de 39,91Kg. Poderemos aumentar esta quantidade até 41,54 Kg e o custo de fazê-lo é Cr\$ 1,59 para cada Kg adicionado além do ótimo.

O custo marginal de se reduzir a quantidade ótima de farinha de ossos é muito elevado; o mesmo acontece ao feijão macaçar. É praticamente impossível reduzir a utilização de farinha de osso

e aumentá-la é muito oneroso. Se os preços forem superiores a Cr\$ 5,70/Kg, a quantidade de feijão macaçar é 7,37 Kg.

A farinha de mandioca crua faz parte da solução para preços até Cr\$ 2,87/Kg. Acima deste preço sua utilização cai para 2,66 Kg. O custo marginal de aumentar a utilização de farinha de mandioca, ao preço atual (Cr\$ 2,60), é muito grande. Sua quantidade pode ser reduzida até 2,66 Kg e o custo de fazê-lo é Cr\$ 0,27 para cada quilograma subtraído do ótimo.

A elasticidade de procura de feijão macaçar e milho, para preços superiores a Cr\$ 3,43 e Cr\$ 5,70/Kg, respectivamente, é totalmente nula. A procura por farinha de ossos é totalmente inelástica. No caso de farinha de mandioca e farelo de soja, o ajustamento da firma às variações nos preços deve mostrar elasticidade inferior a zero. Os Gráficos 21 e 22, Apêndice-B, ilustram os efeitos sobre a função custo por se alterar o ótimo, relativamente ao milho e farinha de peixe.

VI.8 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO CUSTO PARA A RAÇÃO DE POSTURA - PERNAMBUCO

Com o objetivo de investigar o ajustamento da firma às variações nas relações de preços dos seus insumos variáveis procedemos a uma análise paramétrica. Esta análise consiste em variar o preço de um dos insumos, dentro de intervalos pré-estabelecidos e verificar as quantidades associadas a estes preços (relações destes) com os custos dos outros alimentos constantes. Deste modo espera-se gerar uma imagem onde preços e quantidades variam em sentido inverso. Apesar da descontinuidade de tal imagem gráfica, vamos utilizar o conceito de elasticidade - arco no ponto médio e daí derivar indicações do ajustamento da firma às variações nas relações de preços.

Farelo de Soja

Este alimento caracteriza-se por ser a principal fonte protéica de ração. Pelo fato de não apresentar substitutos próximos devido à sua riqueza em requerimentos nutritivos, o ajustamento da firma às variações nos seus preços deve ser inelástico.

Assim, variamos o seu preço e fixamos os dos demais e, com variação entre preços e quantidades, indicamos uma possível medida de ajustamento da firma, dentro do conceito de elasticidade arco. A Tabela 47 apresenta a parametrização da função custo.

TABELA 47 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO FARELO DE SOJA

Intervalo de Preços		Quantidade em 100 Kg de Ração	Elasticidade - Preço (Arco)
0,00	11,31	17,10	-0,063
11,32	13,16	16,24	-1,150
13,17	14,96	13,84	
>14,96		13,40	

Como se observa, a uma grande variação do preço, a variação da quantidade é relativamente pequena. A elasticidade para preços elevados é inferior a -1. Deve-se ter precaução com este valor, pelo fato do programa possuir um conjunto de restrições de natureza biológica e composição nutritiva dos alimentos. Considerando toda a variação, até preços por volta de Cr\$ 14,96/Kg, a elasticidade de ajustamento é, aproximadamente -0,25. Os resultados estão plotados no Gráfico 23, Apêndice-B.

Milho

Como vimos anteriormente, para preços superiores a Cr\$ 3,43/kg a quantidade de milho utilizada na ração será de 3,92 Kg. Isto induz a uma inelasticidade total no ajustamento da firma típica às variações nas relações de preços, onde o preço do milho for igual ou superior ao limite citado. No sentido de saber qual a sensibilidade que a firma tem a preços inferiores àquele, decrescemos o mesmo até valores próximos de zero, gerando um conjunto de preços e quantidades. Os resultados obtidos pe

la análise paramétrica, onde todos os preços permanecem constantes, variando-se apenas o do milho, estão mostrados na Tabela 48.

TABELA 48 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO MILHO

Intervalo de Preços		Quantidade em 100 Kg de Ração	Elasticidade-Preço (Arco)
0,000	3,024	52,69	-0,279
3,025	3,029	43,70	-0,781
3,030	3,430	41,54	
3,440	∞	39,92	0,000

Como se observa, para preços entre 3,025 e 3,430, a curva de ajustamento é mais elástica do que no caso do farelo de soja. Acima de Cr\$ 3,43/Kg, o ajustamento torna-se totalmente inelástico devido, unicamente, às restrições técnicas do programa. Entretanto, fica evidente que o milho pode ser substituído, dentro de certas faixas de preços e que a hipótese de que o ajustamento da firma às variações nos preços dos produtos energéticos é mais elástico que para os proteicos, pelo menos neste caso, se verifica. Considerando a variação total a indicação de elasticidade é próxima de -0,33. Os resultados estão plotados no Gráfico 23, Apêndice-B.

Feijão Macaçar

Este produto foi incluído na ração pelo fato de ser amplamente cultivado no Nordeste. Ocasionalmente, algum excesso de produto, formado por uma produção um pouco maior, fica disponível para utilização, que não a alimentação humana. Deste modo, nós o incluímos para efeitos de análise, procurando verificar sua utilização potencial. Deve-se ressaltar que, como toda oleaginosa, este produto tem elevada porcentagem de urease e deve

ser tostado antes de ministrá-lo aos animais, evitando intoxicação. Como mostrado anteriormente, acima de Cr\$ 5,75/Kg, sua utilização na ração formulada é de 7,43, o que evidencia uma inelasticidade total do ajustamento da firma típica. Para conhecer o padrão de ajustamento a preços inferiores a estes, decrescemos o mesmo até a unidade. Determinamos, dentro do conceito de elasticidade-arco, no ponto médio, indicadores do ajustamento da firma às variações nos preços, respeitados as restrições técnicas do modelo. Os resultados obtidos pela análise paramétrica estão na Tabela 49.

TABELA 49 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DO FEIJÃO MACAÇAR

Intervalo de Preços		Quantidade em 100 Kg de Ração	Elasticidade-Preço (Arco)
0,00	1,69	10,00	-0,170
1,70	4,50	8,23	-0,047
4,51	5,74	8,04	
>5,75		7,43	0,000

Como notamos na Tabela acima, o ajustamento da firma típica às variações nos preços do feijão macaçar é inelástico. As indicações de elasticidade mostram que o ajustamento é tão mais inelástico quanto maiores forem os preços, chegando à total inelasticidade para preços superiores a Cr\$ 5,75/Kg. Isto reflete uma certa essencialidade do produto para este tipo de ração. Deve-se entretanto, ter cuidado na interpretação destes resultados devido às restrições técnicas do modelo, mas não perdendo a visão de que este processo reflete a decisão do empresário típico. Considerando a variação total, a indicação de elasticidade é próxima de -0,15. Os resultados estão plotados no Gráfico 24, Apêndice-B.

Farinha de Mandioca Crua

Este produto é mais utilizado para fins industriais

e destinado à alimentação humana. Entretanto, a mandioca é de fácil cultivo e produzida em pequenas propriedades. A pesquisa indica que os derivados da mandioca podem ser utilizados como alimento animal, compondo sua parte energética, substituindo milho e sorgo, dentro de certas relações de preços. O Nordeste produz muita farinha de mandioca e, por vezes, algum excedente está disponível na região. Daí a razão de tê-lo colocado no programa com objetivo de se verificar sua potencialidade. Como mostramos na análise de sensibilidade para preços crescentes até Cr\$ 2,87/Kg, a quantidade utilizada é 12,000 Kg, ou seja, esboça um comportamento inelástico. Incrementado o preço da farinha até Cr\$ 6,60, gerou-se um conjunto de preços e quantidades que variam inversamente. Os resultados da análise paramétrica e dos cálculos adicionais são apresentados na Tabela 50.

TABELA 50 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DA FARINHA DE MANDIOCA

Intervalo de Preços		Quantidade em 100 Kg de Ração	Elasticidade-Preço (Arco)
0,00	2,87	12,00	-1,860
2,88	2,98	2,66	
2,99	∞	0,00	

Como mostramos na análise de sensibilidade, a quantidade da farinha de mandioca que se utilizará na ração, será 12% para preços até Cr\$ 2,87/kg. Se os preços forem inferiores a este, o ajustamento da firma é totalmente inelástico. A indicação de elasticidade, dentro do conceito já mencionado, diz que o ajustamento da firma às variações no preço da farinha é elástico. Isto é consistente, uma vez que existem outros produtos ricos em ingredientes além da energia e que podem substituí-lo.

Farinha de Raspa de Mandioca

Este tipo de produto não é de uso corrente na região Nordeste. Nós o incluímos aqui para conhecer sua potencialidade

de utilização nas rações de aves conforme já dissemos na parte introdutória deste trabalho. É um derivado de mandioca que pode facilmente ser produzido a nível de pequena propriedade. Apesar de não ser de uso corrente no Brasil, os países Europeus a utilizam intensamente. Apresenta elevado teor de fibras, o que a recomenda para animais não monogástricos; isto não implica em não utilização do mesmo para aves e suínos. O resultado da parametrização e os cálculos indicativos de elasticidade-arco no ponto médio, estão na Tabela 51.

TABELA 51 - PARAMETRIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PARA OS PREÇOS DA RASPA DE MANDIOCA

Intervalo de Preços		Quantidade em 100 Kg de Ração	Elasticidade-Preço (Arco)
0,00	1,70	9,74	-0,330
1,71	1,85	7,71	
1,86	∞	0,00	

Como mostramos na análise de sensibilidade da solução ótima, a raspa só entraria nesta ração para preços inferiores a Cr\$ 1,86/Kg. O ajustamento, dentro da faixa de preços onde foi relevante a análise, mostra-se inelástico, porém mais elástico que para os farelos protéicos. Para preços tão baixos, a relação destes para aqueles dos substitutos, relativamente mais elevados, tende a colocar uma rigidez de utilização do produto pela empresa de ração. Os resultados estão plotados no Gráfico 24, Apêndice-B.

VII - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA

Um conjunto de conclusões pode ser derivado dos resultados obtidos pelo processamento do modelo. Algumas delas são de natureza específica ao ajustamento da firma, outras são mais abrangentes.

Com o tipo de tecnologia atualmente disponível, melhoramentos na conversão alimentar dos frangos só poderão ser conseguidos com aumento do nível de energia da ração. Concentrar energia implica em aumentar a utilização de outras restrições biológicas, como por exemplo os aminoácidos essenciais. Os resultados demonstram que este procedimento implica em custos crescentes para a ração. Como pode ser verificado, todas as rações necessitam da metionina sintética, uma vez que este aminoácido é relativamente escasso nos produtos vegetais e os híbridos utilizados na criação de frangos utilizam um nível relativamente elevado do mesmo. Este sintético é, em sua maior percentagem, importado, o que pode limitar rigidamente a concentração de energia na ração e, conseqüentemente, o ganho de conversão alimentar na avicultura de corte. As constantes desvalorizações do cruzeiro implicam em custos maiores dos sintéticos, uma vez que estes produtos não possuem incentivos para importação.

A ampliação dos limites técnicos de manejo de alguns produtos como o farelo de amendoim, farinha de peixe e de carne/osso, de modo geral, implica em reduzir o custo da ração. No caso do derivado de amendoim, um conjunto de pesquisas que visam reduzir o nível de toxidez deve ser implementado. No caso de farinha de peixe, processos de produção industrial que eliminem odores que passam para o produto final - carne e ovos - devem ser desenvolvidos. No caso da farinha de carne/osso, o principal problema é a rancificação do produto, conferindo à ração odor e gosto desagradável, e comprometendo o consumo das aves. Pesquisas no sentido de estabilizar o produto, prevenindo a rancificação tenderão a resolver parte do problema.

Relativamente ao farelo de babaçu - produto que apresenta elevado teor de fibras - pesquisas na área de nutrição das aves devem ser implementadas. Deve-se ainda determinar, bioquimicamente, sua composição nutritiva média e desenvolver processos industriais capazes de reduzir seu teor de fibras. Estas pesquisas

sas geram possibilidades de se conhecer a "verdadeira" potencialidade do produto. A redução do teor de fibras é menos restritiva à sua utilização pelas aves, que não conseguem digerí-la. Para melhor avaliação das potencialidades do produto como fonte de proteína é indispensável conhecer seu aminograma e determinantes da rancificação do produto quando armazenado.

Os derivados de mandioca - farinha e raspa - e o feijão macaçar têm potencialidade de serem utilizados como componentes de ração. Isto fica mais evidenciado se considerarmos a situação conjuntural do mercado quando fizemos a análise: escassez pronunciada de todos os alimentos na região Nordeste. Relativamente ao macaçar, pesquisas relacionadas à utilização do produto na alimentação de aves, no sentido de determinar possibilidades de substituição, limites técnicos de manejo, condições em que o mesmo deve ser administrado, deverão ser desenvolvidas. Para os derivados de mandioca, principalmente a raspa, o principal problema relaciona-se à sua produção na região Nordeste e de modo geral ao preconceito dos avicultores quanto à sua utilização: trata-se, pois, de atividade típica dos serviços de extensão rural e suporte de preços.

O sorgo pode ser utilizado nas rações em percentual bastante considerável pois sua composição nutritiva é próxima à do milho, podendo ser substituto deste. Sua maior utilização depende mais de serviços de extensão rural, no sentido de vencer barreiras impostas pelos avicultores. A pesquisa em nutrição relacionada ao produto é bastante ampla, mas alguma investigação de natureza fitossanitária, genética e de manejo do produto na colheita deve ser realizada.

A energia metabolizável revelou-se a restrição biológica mais cara das rações, absorvendo de 26 a 50% dos custos avaliados a preço-sombra. Apenas para a ração de corte final em Pernambuco foi observado o valor de 26%, pois nas demais este percentual do custo sempre foi superior a 45,5%.

Os aminoácidos essenciais, de modo geral, representam parcela expressiva do custo das restrições avaliado a preço-sombra, variando de 26% a 39%.

Nas duas rações de postura, o cálcio - por ter maior concentração - absorveu de 8% a 23,8% do custo dos requerimentos da poedeira avaliado a preço-sombra.

A proteína é também um dos requerimentos biológicos mais caros de frangos e poedeiras, absorvendo de 16% a 32% do custo das restrições biológicas avaliado a preço-sombra. Na ração para postura em São Paulo seu custo alternativo é nulo e, portanto, ela está na base da solução, ou seja, em excesso relativamente aos limites estabelecidos.

Na região Centro-Sul, os produtos destinados originalmente a fornecer energia às aves absorvem mais de 60% do custo da ração. Na região Nordeste, estes produtos absorvem 52% do custo, no caso de ração final para frangos e 48% no caso da ração para postura. A outra parcela do custo é absorvida pelos produtos de natureza protéica, sintéticos e fontes de cálcio e fósforo.

Nas rações de postura os alimentos energéticos representam, aproximadamente, 59% do peso da ração e os protéicos 32%. No caso da ração para corte final, as proporções são 75% para os energéticos e 24% para os protéicos relativamente ao peso total da ração. A participação de produtos protéicos e energéticos dentro de ração é pouco variável entre as duas regiões, quando considerados em termos físicos.

De modo geral, o ajustamento da firma típica produtora de rações, às variações nos preços dos produtos energéticos é mais elástico que para os protéicos. O quadro a seguir sumariza os resultados obtidos para a variação total, considerando o conceito de elasticidade-arco no ponto médio para alguns produtos nas quatro rações determinadas.

INDICAÇÕES DE ELASTICIDADE-ARCO NO PONTO MÉDIO PARA
ALGUNS PRODUTOS SELECIONADOS.

Produto	Centro-Sul		Nordeste	
	Corte	Postura	Corte	Postura
Milho	-0,40	-0,60	-0,32	-0,33
Farinha de Mandioca	-0,44		-2,00	-1,86
Sorgo	-0,47	-0,60	-1,80	-
Farelo de Soja	-0,11	-0,30	-0,08	-0,25
Farelo de Amendoim	-	-0,37	-	-
Feijão Macaçar	-	-	-1,06	-0,15
Raspa de Mandioca	-	-	-0,33	-0,33

Embora possamos constatar (nos gráficos) os resultados que as elasticidades, muitas vezes são diferentes para os diversos intervalos de variação, indicando assim curvas de demanda não exatamente lineares, os valores acima evidenciam a hipótese sobre ajustamento. Apenas no caso do feijão macaçar a indicação de elasticidade para a ração final na região Nordeste é um pouco elevada, mas, bastante superior à do milho; estes dois produtos devem ser substitutos embora haja mais rigidez na utilização do último.

Produtos que possuem elevados subsídios como a farinha de trigo, por exemplo, geram um ajustamento bastante inelástico às variações nos seus preços. As indicações de elasticidade-arco para a farinha de trigo variam de $-0,06$ a $-0,19$, com a firma resistindo muito em reduzir a utilização do produto. Deve-se ressaltar que o produto só aparece nas rações para frangos. A menos que se consiga algum substituto, políticas que procurem aumentar o preço do produto devem ter impacto sobre o custo da ração.

Para alguns produtos que são muito essenciais à ração, como o farelo de soja, por exemplo, a política de tabelamento dos preços é ineficiente. De modo geral, a faixa de preços para a qual a solução ótima é estável é muito ampla, levando os agentes de mercado a negociarem o produto acima do preço estabelecido.

Na região Centro-Sul, milho, farinha de mandioca e sorgo apresentam elasticidades muito próximas nas duas rações, esboçando alguma evidência de substituição acentuada entre estes produtos. O mesmo se observa para farelos de amendoim e soja. O farelo de soja apresenta elasticidade menor para a ração inicial mais concentrada em proteína, nas duas regiões.

O sorgo e a farinha de mandioca têm elasticidades muito próximas para as rações da região Nordeste, evidenciando a possibilidade de substituição entre os mesmos.

Do ponto de vista de recomendações de política de pesquisa avícola, pode-se sugerir os seguintes aspectos:

- . Redução dos níveis mínimos de aminoácidos essenciais.
- . Revisão dos limites técnicos de manejo para alguns alimentos na ração.

- . Experimentação na área de nutrição com feijão macaçar e farelo de babaçu, determinando inclusive o aminograma deste último.

Considerando o aspecto industrial, sugere-se a redução do teor de fibras do farelo de babaçu propiciando sua utilização pelos monogástricos de modo geral. Pode-se conseguir este objetivo, acoplando o mesmo à garantia de preço do produto com certas características.

Outra sugestão é a de se estimular a produção de rapa de mandioca na região Nordeste, através de um programa conjunto onde a garantia de preços e o serviço de extensão rural estejam envolvidos. Para isso, pode-se acionar as cooperativas mistas utilizando-se de instrumentos operacionais da política de preços mínimos como o Empréstimo do Governo Federal (EGF). As cooperativas poderão se beneficiar ainda do programa de Pré-EGF, criado especificamente para elas. O Pré-EGF é um crédito de comercialização, antecipado às cooperativas, no início do período de safras, com o objetivo de não permitir negócios de produto agrícola, a preços inferiores ao mínimo garantido pelo governo. Atenua-se, com isso, a ação do intermediário que, muitas vezes, é perniciosa ao produtor.

Os resultados evidenciam que não necessariamente o preço do sorgo deve ser 15% inferior ao do milho, pois encontraram-se situações onde aquele é utilizado para preços muito próximos ao deste.

Estes programas podem ser utilizados para determinação de preços de venda dos produtos em estoques governamentais quando o cliente for à indústria de ração ou a avicultura. Outra utilização do mesmo é a possibilidade de simular um conjunto de relações de preço e daí depreender o ajustamento esperado da firma típica produtora de ração, ou seja, o impacto na sua composição. Presta-se pois, como instrumento de análise de efeitos esperados da política de preços administrados relativa a produtos que são utilizados na alimentação das aves e objeto desta. Subsidiaria ainda, a metodologia de fixação de preços de produtos pecuários, como o frango, por exemplo, onde a alimentação representa parcela expressiva do custo de produção.

VIII - ANEXOS

VIII.1 - APÊNDICE - A

ASPECTOS NUTRICIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE

FRANGOS E POEDEIRAS

ASPECTOS NUTRICIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE

FRANGOS E POEDEIRAS

Considerações Gerais

Não pretendemos ser exaustivos relativamente a este assunto e mesmo que o desejássemos, acreditamos que um nutricionista poderia ter ganhos comparativos sobre nós. Mesmo assim vamos envidar um esforço no sentido de ressaltar os aspectos mais importantes na formulação de rações para frangos e poedeiras, no sentido de definir mais precisamente nosso modelo empírico.

Nós valemos bastante do trabalho de Hencken (28) para escrever este apêndice. Quando vamos balancear rações para as atividades de postura e corte devemos ter em mente aquilo que o avicultor deseja, ou seja, obter lucro. De tal maneira que, além da ração ser capaz de atender a todos os requisitos nutricionais das aves, implicando em taxas de conversão técnica compatíveis ela deve oferecer a eficiência econômica máxima ao avicultor e a firma formuladora do produto. Fica então caracterizado um sistema onde a eficiência econômica de cada componente implica no desempenho da outra.

Do ponto de vista nutricional, consideramos um conjunto de requerimentos biológicos das aves quando da formulação de seu alimento. Não querendo ser exaustivo, os principais itens a considerar são:

- . Energia metabolizável (Kcal/Kg)
- . Proteína
- . Aminoácidos-metionina, cistina, triptofano e lisina.
- . Gordura
- . Fibra

. Minerais

Macroelementos: cálcio, fósforo, magnésio e sal comum.

Oligoelementos: ferro, iodo, cobre, manganês, zinco, cobalto e selênio.

. Vitaminas

. Pigmentos

. Aditivos: antibióticos, antioxidante, cocci diostático, emulsionantes, promotores de crescimento, produtos veterinários.

Do ponto de vista do avicultor, dentro do conhecimento técnico disponível, interessa conseguir um nível ótimo econômico de cada requerimento na ração, evitando redução de produtividade dos frangos e poedeiras e desperdício destes.

São dois os determinantes das exigências diárias de alimentação: taxa de crescimento e manutenção corporal. As necessidades diárias são expresas em valores diários de energia proteína, etc..., necessários por animal. As aves são alimentadas coletivamente e então expressam as necessidades em relação a uma fórmula geral. Podem ser expressas em percentagem, quilocalorias por quilo (Kcal/Kg), miligramas ou unidades internacionais por quilo etc.. Como evidenciaremos a seguir, o conceito moderno de nutrição, implica em guardar proporções ótimas dos demais requerimentos das aves com o nível de energia metabolizável da ração. Isto porque o nível de energia regula a ingestão de alimentos. A primeira decisão a tomar é pois o nível econômico de energia, dado o preço da ração e do produto avícola. Embora não venhamos a entrar neste particular vamos elucidá-lo do ponto de vista nutricional. O fato de evadirmos do problema se prende a que os níveis de energia que utilizamos são aqueles admitidos pela indústria de ração e pelos avicultores que tem formulação própria. Fizemos a hipótese de que as indústrias e avicultores já acertaram o nível ótimo econômico da energia.

Além da energia, a proteína e os aminoácidos desempenham importante papel na nutrição das aves. A palavra proteína é originária do grego "proteios" e significa "primeiro" ou "de importância primária". Este termo é muito apropriado e a proteína está presente em todas as células vivas e

envolvida na maioria das reações químicas vitais à fisiologia das aves. A proteína se constitui em um dos requerimentos mais caros na produção de aves. Apesar de agrupá-las, cada alimento ou derivado de animal possui proteína diferente. Sua função biológica e propriedades físicas e químicas são determinadas pela sequência dos aminoácidos e pela maneira em que estes são conectados, na molécula. As aves não exigem proteína de per se, mas sim aminoácidos; frequentemente encontramos indicações de níveis mínimos daquela. Na verdade as aves demandam aminoácidos, individualmente, que irão constituir a proteína. Existem 22 aminoácidos que formam as proteínas encontradas nas aves. Estes aminoácidos são demandados por desempenharem funções específicas no corpo da ave. Estes ácidos aminados estão divididos em três grupos. O primeiro grupo pertence aos aminoácidos essenciais ou indispensáveis que não podem, ser sintetizados pelas aves, ou então, a taxa de sintetização é insuficiente para atender suas necessidades biológicas. O segundo grupo são os semi-essenciais e são sintetizados a partir dos essenciais. O terceiro grupo são os dispensáveis ou não essenciais e as aves podem sintetizá-los a partir de substratos naturais. Utilizando apenas produtos de origem vegetal é difícil conseguir uma mistura que seja completa do ponto de vista de todos os aminoácidos.

Os aminoácidos não podem ser armazenados no corpo da ave como a energia. Por isso necessita-se ministrá-los diariamente para se conseguir uma performance máxima dos frangos e poedeiras. Quando a proteína que contém um alimento (milho por exemplo) é rica em aminoácidos essenciais, diz-se que ela possui alto valor biológico; em caso contrário seu valor biológico será pobre. Entretanto, isto não implica em não se utilizar os alimentos de valor biológico pobre nas rações. Eles podem ser combinados com alimentos de alto valor biológico e/ou suplementados com produtos sintéticos resultando em misturas satisfatórias do ponto de vista de nutrição. Os aminoácidos sintéticos são utilizados para suprir a deficiência destes ingredientes nos alimentos. Para maiores detalhes sobre o assunto consultar Scott (37) e Waldroup (46). A

penas a título de ilustração, são considerados indispensáveis, os seguintes aminoácidos: arginina, lisina, histidina, leucina, isoleucina, valina, metionina, treonina, triptofano e fenilalanina. Entre os semi-essenciais listam-se: tirosina, cistina e hidroxil-lisina.

As considerações apresentadas acima são absolutamente genéricas do ponto de vista da alimentação de frangos e poedeiras, daí então nossa preocupação em colocá-las inicialmente.

Alimentação de Frangos

A tabela-1, a seguir apresenta as necessidades em energia e proteína, sua relação com a idade do frango e com o ganho de peso diário.

TABELA Nº1

GANHO DE PESO E NECESSIDADE EM ENERGIA E

PROTEÍNA (50% machos, 50% fêmeas)

Semana	Ganho Peso Diário (G)	Peso Médio (g)	NECESSIDADE DIÁRIA		Relação EM: Proteína
			Cal EM/ Frango	Proteína g/ Frango	
01	10,0	106	37	2,8	132:1
02	19,2	240	78	5,8	134:1
03	27,9	435	141	10,1	140:1
04	30,9	650	181	12,8	141:1
05	35,0	885	221	14,9	148:1
06	42,1	1.180	287	17,8	160:1
07	46,5	1.505	350	20,6	170:1
08	48,5	1.845	405	22,4	181:1

FONTE: Hencken (23 - op. cit. pag. 6).

Como se observa na tabela-1, à medida que o peso médio aumenta bem como o respectivo ganho de peso, a necessidade de energia e proteína é ampliada. Contudo, o a crêscimo no nível de energia é superior àquela para proteína, ou seja, a relação energia metabolizável: proteína salta de

135:1 para 160:1, em termos médios. Esta ampliação deriva da necessidade de manutenção corporal da ave. Naturalmente que outros componentes que guardam relação com a energia deverão ser incrementados.

A energia regula a quantidade de alimento consumi da diariamente. Se os demais requerimentos estão desbalanceados relativamente a esta, a ave não apresentará o desempenho desejado, exatamente, porque o consumo diário fica comprometido. Os híbridos atuais tem muita capacidade de crescimento, porém, relativa de consumir alimento. Isto força a uma elevação do nível de energia da ração; com isso nos aproximamos, gradativamente, da capacidade genética da ave. Além destes fatores, a textura do alimento, fornecimento de água, lotação do aviário, dentre outros, limitam o consumo. Por exemplo, a ração mais grossa ou peletizada são melhores consumidas do que a pulverulenta.

O nível de energia determina as taxas de crescimen to e conversão do frango. Conforme mostra a tabela as necessida des em proteína, cálcio, fósforo e aminoácidos essenciais estão amarradas ao nível de energia.

TABELA Nº2
NÍVEIS DE REQUERIMENTOS NA RAÇÃO DE CORTE FINAL E
DE ENERGIA. (APÓS 4 SEMANAS)

Kcal/Kg	NÍVEL NECESSÁRIO DE				Cálcio %	Fósforo	
	Proteína %	Metionina %	Aminoácido Sulfurados %	Lisina %		Disponí vel /	%
2.300	14,4	0,30	0,57	0,74	0,9-1,0	0,4	0,65
2.400	15,0	0,31	0,60	0,77			
2.500	15,6	0,33	0,63	0,80		—	—
2.600	16,2	0,34	0,65	0,83		0,45	0,7
2.700	16,9	0,35	0,68	0,86	—		
2.800	17,5	0,36	0,70	0,90	—	—	—
2.900	18,1	0,38	0,73	0,93			
3.000	18,7	0,39	0,75	0,96	1,0	0,5	0,75
3.100	19,4	0,40	0,78	0,99			
3.200	20,6	0,42	0,80	1,02			
3.300	20,6	0,43	0,83	1,06			

Fonte: Hencken (28-op. cit. pág. 7).

Observa-se na tabela que se o nível de energia é aumentado de 2.800 a 3.300 Kcal/Kg, deve-se aumentar a participação da proteína, aminoácidos e fósforo, ficando constante o cálcio. A primeira decisão a ser tomada sobre a formulação da ração é o seu nível de energia. Um modo de balancear a ração é otimizá-la para 1.000 Kcal de energia metabolizável. A seguir apresentamos uma tentativa de se conseguir este objetivo para a ração de corte final.

NÍVEIS NECESSÁRIOS DE PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS NA RAÇÃO DE CORTE

FINAL

(Base: 1.000 Kcal/Kg de Ração)

Proteína	6,25%
Relação Energia Metabolizável: Proteína	160:1
Aminoácidos Sulfurados	0,25%
% de Metiomina nos sulfurados	53,0 %
Lisina	0,32%

Fonte: Hencken (28, pág. 7).

A relação energia proteína se amplia da ração inicial que tem 135:1 - para a de acabamento. Observa-se também uma diminuição das necessidades de proteína e aminoácidos e a elevação do nível de energia se deve ao incremento do crescimento da ave. A partir da sexta semana, a necessidade de aminoácidos se reduz ainda mais porque a plumagem da ave já se formou totalmente. Se precisamos de uma com 3.000 Kcal/Kg necessitaríamos apenas de 18,8% de proteína, aproximadamente.

A conversão alimentar melhora com o aumento do nível de energia da ração. A tabela-3, a seguir evidencia este fato.

TABELA Nº3

INFLUÊNCIA DA ENERGIA NA CONVERSÃO DO FRANGO

(Energia metabolizável por Kg de peso:
6.700 Kcal)

NÍVEL DE ENERGIA METABOLIZÁVEL Kcal/Kg	CONVERSÃO ESPERADA
2.300	2,91
2.400	2,79
2.500	2,68
2.600	2,57
2.700	2,48
2.800	2,39
2.900	2,31
3.000	2,23
3.100	2,16
3.200	2,09
3.300	2,03

Fonte: Hencken (28, pág. 8)

Como mostra a tabela-3, um aumento no nível de energia reduz o consumo do frango. Deve-se lembrar que a ave tem uma capacidade determinada de metabolizar a energia e só a lém desta, o consumo se reduz. A conversão segundo Hencken (41, op. cit) é exatamente proporcional à energia, ou seja, dado um aumento de 10% no nível desta, aquela cresce na mesma intensidade. Um nível elevado de energia é, até certo ponto, poupador de proteína e aminoácidos. Este autor desenvolve dois tipos de cálculo para determinar o nível de energia mais rentável na ração. No primeiro, considera apenas o preço da ração, o que do ponto de vista econômico não faz sentido, chegando a 2.900 Kcal/Kg. De pois inclui o preço do frango, o que complementa e corrige o er ro anterior, chegando a 3.000 Kcal/Kg. Isto implica em que os

níveis ótimos econômicos de cada requerimento da ração, depende da relação de preços ração/frango, restrições biológicas e de manejo de modo geral.

Deixaremos de fazer considerações sobre a utilização de gorduras de origem animal e vegetal nas rações, pelo fato das indústrias não as considerarem em seus programas como norma geral.

As vitaminas são requerimentos essenciais para as aves e outros animais. São compostos orgânicos que tem efeito catalítico em diversas reações biológicas que ocorrem no corpo da ave e, geralmente, encontram-se em pequena concentração nos alimentos disponíveis para os animais. Alguns alimentos são considerados ricos em vitaminas como os sub-produtos de destilaria e do trigo, farinha de peixe e sub-produtos dos frigoríficos. Muito do conhecimento sobre a atividade biológica das vitaminas foram detectadas nas pesquisas realizadas com as aves. Uma abordagem bastante elaborada deste tópico pode ser encontrada em Waldroup (46, op. cit). Muitos alimentos foram considerados, durante algum tempo, como portadores de "fatores não identificados de crescimento", quando na verdade, apresentavam maior conteúdo em vitaminas que facilitavam um conjunto de reações biológicas ligadas ao crescimento. A vitamina D3 tem por objetivo evitar o raquitismo e alguns casos de manqueira inespecífica. As rações utilizadas no Brasil, de modo geral, são ricas em gordura e recomenda-se complementá-las com vitamina E, no sentido de evitar a ação danosa de fungos e bactérias que compromete a disponibilidade desta vitamina e da A, além das xantofilas. Os fungos e bactérias prejudicam a absorção das vitaminas, principalmente as solúveis em gorduras, pois destroem a mucosa da parede intestinal. A vitamina K3 deve ser adicionada para evitar hemorragia nos músculos, o que se acontecer desagrada ao consumidor. A vitamina B1 ameniza as intoxicações por fungos. O ácido fólico e a vitamina B6 desempenham importante papel no metabolismo das proteínas. A biotina, além de influenciar o metabolismo protéico é relevante também no energético. O ácido fólico, B6 e biotina não são frequentes na natureza mas um desbalanceamento de aminoácidos pode ser parcialmente recuperado por estes. A perose é prevenida pela dosagem correta de B6, ácido fólico e colina. O crescimento e a conversão alimentar são melhorados quando se usa uma boa dosagem de B6, ácido fólico e biotina.

Os pigmentos corantes naturais, as xantofilas, ou

os sintéticos são adicionados para conferir ao produto final(carne ou ovos) características de cor desejáveis do ponto de vista do consumidor. Seu cálculo é função do peso final do frango e quando os alimentos naturais não contêm xantofilas suficiente adicionam-se produtos sintéticos (por exemplo o éster do ácido a pocarotenônico; 1 g deste ácido equivale a 1,25 g de xantofila).

Dentre os minerais, o cálcio tem importante papel no desempenho do frango. Seu excesso determina uma diminuição do crescimento e da absorção de gorduras. Se adicionado em excesso, na forma de carbonato, a ração fica pulverulente e apresenta menor nível de energia. Além disso induz manqueiras, emplumagem irregular, inflamação na parte posterior das penas. Estimula a tripsina pancreática contribuindo na liberação das coccídias de seus cistos e consequente aumento da coccidiose.

O fósforo participa da constituição dos tecidos e se estiver na ração sob forma orgânica não é prontamente absorvido pelas aves.

Para finalizar as informações relativas a alimentação de frangos, gostaríamos de evidenciar dois particulares. O primeiro refere-se ao uso de ração peletizada comparativamente as fareladas. Existe evidência empírica de que a peletização apresenta vantagem econômica sobre a ração em forma de farelo, uma vez que o consumo sob forma de produto peletizado é menor. O consumo de peletizado implica em maior consumo de água (fezes mais líquidas), tendência ao canibalismo e picagem, além do granulado ser mais caro. O produto granulado é de mais fácil manuseio e pode conter menor nível de energia. O segundo aspecto, apenas ilustrativo, está mostrado na tabela, onde respostas a diferentes níveis de energia são oferecidos para os Estados Unidos e a Bélgica.

TABELA Nº 4

RESPOSTA DOS FRANGOS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS
DE ENERGIA

ENERGIA METABOLIZÁVEL Kcal/Kg	PESO APÓS OITO SEMANAS (g)	CONVERSÃO ALIMEN- TAR	ENERGIA METABOLI- ZÁVEL/g. DE GA- NHO DE PESO
ESTUDOS REALIZADOS NO ARKANSAS (1)			
2.970	1.593	2,17	6,45
3.080	1.643	2,10	6,48
3.190	1.666	2,02	6,45
3.300	1.725	1,94	6,41
3.410	1.752	1,92	6,56
3.520	1.775	1,86	6,55
ESTUDOS REALIZADOS NA BÉLGICA (2)			
3.000	1.836	2,17	6,51
3.115	1.880	2,13	6,63
3.207	1.918	2,08	6,67
3.488	2.047	1,90	6,62

(1) Waldroup, et. al. (1975)

(2) De Groote (1968)

Fonte: Waldroup, P. W. (46 op. cit - pág. 12)

Em termos médios no Brasil, o peso do frango varia de 1,8 a 2,0 Kg. Um frango consome 1,2 Kg de ração inicial e 3,3 Kg de ração final. A conversão alimentar fica entre 1:2,5 e 1:2,25.

Alimentação de Poedeiras

Como no caso dos frangos, o conjunto de requerimentos nutritivos deve ser observado. Muitas das considerações feitas anteriormente são também estendidas às poedeiras. Dois fatores determinam, prioritariamente, as exigências nutricionais das poedeiras: manutenção corporal e produção de ovos. Hencken (28, op. cit. pág. 13) faz considerações sobre estes dois fatores ressaltando a elevada exigência energética para a manutenção corporal. Faz o mesmo tipo de comentário para a exigência em proteína.

A energia metabolizável regula a quantidade de alimento consumida. Se aumentamos o teor de energia, o consumo se reduz, implicando em ter que se concentrar o teor de proteína, aminoácidos e outros. Novamente, a quantidade ótima dos requerimentos nutritivos está amarrada ao nível de energia. A tabela-5, mostra a relação entre energia e os outros nutrientes na ração de postura.

TABELA Nº 5

EXIGÊNCIAS NUTRITIVAS DAS POEDEIRAS EM CLIMA QUENTE. (NECESSIDADE DIÁRIA: 17,5 G PROTEÍNA, 350 mg METIOMINA, 3,5mg Ca, 700 mg LISINA, 600 MG. Am.Sulf.)

ENERGIA META BOLIZÁVEL Kcal/Kg	NÍVEL EXIGIDO DE						
	PROTEÍNA %	METIOMINA %	AMINO SULF. %	LISINA %	CÁLCIO %	FÓSFORO %	
						TOT.	DIGES TÍVEL
2.000	12,5	0,25	0,43	0,50	2,5	0,6	0,4
2.100	13,1	0,26	0,45	0,53	2,6		
2.200	13,8	0,28	0,47	0,55	2,8		
2.300	14,3	0,29	0,49	0,57	2,9	0,65	0,45
2.400	14,9	0,30	0,51	0,60	3,0		
2.500	15,6	0,31	0,54	0,63	3,1		
2.600	16,3	0,33	0,56	0,65	3,3	0,7	0,5
2.700	16,8	0,34	0,58	0,67	3,4		
2.800	17,3	0,35	0,59	0,69	3,5		
2.900	17,8	0,36	0,61	0,71	3,6	0,7	0,5
3.000	18,4	0,37	0,63	0,74	3,7		

FONTE: Hencken (28 op. cit. pág. 15)

Fica evidente que um aumento no nível de energia é acompanhado pela concentração dos outros requerimentos nutritivos da poedeira. Apenas no caso do fósforo, a elevação da exigência não se faz proporcionalmente ao nível de energia.

Hencken (28, op. cit) mostra uma substancial redução no consumo de ração relacionada ao aumento no nível de energia. Quando a energia metabolizável cresce de 2.000 para 3.000 Kcal/Kg, o consumo diário por ave, se reduz de 140 g para 95 g, em climas quentes.

Deve-se ainda ressaltar que metionina, na ração de postura, deve entrar em proporção mais elevada em relação aos aminoácidos sulfurados pois o ovo contém maior percentagem deste composto orgânico do que a carne do frango. Em média a metionina deve representar 58% dos aminoácidos sulfurados que compoem 0,21% da ração que apresenta como unidade básica 1.000 Kcal de energia metabolizável por quilo. A tabela-6, apresenta o nível necessário de alguns requerimentos na ração de postura.

TABELA Nº6

NÍVEL DE REQUERIMENTO NUTRITIVOS NA RAÇÃO DE POSTURA

Base	1.000 Kcal EM/Kg
Proteína	6,25%
Relação Energia: Proteína	160:1
Aminoácidos Sulfurados	0,21%
Participação da Metionina/Amin. Sulfurados	58%
Lisina	0,25%

Fonte: Hencken (28, op. cit. pág. 16).

De modo geral, o nível de energia determina o consumo de ração. Entretanto, se está desbalanceada para menos, a ave consome mais alimentos no sentido de suprir as deficiências de alguns requerimentos nutritivos (ex. energia inferior a 2.000 Kcal/Kg). Outro determinante do consumo é a forma do alimento, técnicas de manejo etc., conforme já falamos no caso dos frangos. Alguns outros fatores como o peso da ave e do ovo regulam a exigência diária em alimento. Aproximadamente 60% do alimento destina-se à manutenção corporal e apenas 40% à produção

de ovos. Então os desvios no balanceamento da ração refletem na produção uma vez que a manutenção corporal tem prioridade.

O acréscimo no nível de energia da ração, além de reduzir o consumo, aumenta o peso do ovo. Além do mais, os níveis calóricos mais elevados são poupadores de proteína e aminoácidos. O nível de energia está diretamente determinado pela rentabilidade da atividade de postura.

Se o nível de proteína é insuficiente, seu reajuste produz algumas vantagens: aumentos de crescimento, produção e peso dos ovos, conversão alimentar, consumo de água e melhora a plumagem. "A deficiência de metionina pode determinar problemas com as penas e canibalismo". Maior consumo de água torna as fezes mais líquidas, viabilizando aparecimento de doenças bacterianas.

As aves reprodutoras deverão receber ração com maior teor de vitamina A devido sua influência na incubação dos ovos. A relação cálcio: fósforo determina o nível de vitamina D3 na ração. A viabilidade de um pintinho industrial depende de sua reserva em vitamina E, daí ser importante seu balanceamento na ração de reprodutoras. Muitas vezes, os ovos apresentam manchas de sangue, podendo-se evitar este problema com adição de vitamina K3. Outras vitaminas importantes na incubação dos ovos são: B2, ácido fólico, ácido pantotênico, B12 e B6. A biotina aumenta a taxa de eclosão dos ovos incubados, diminui a incidência de perosse, manqueiras e defeitos nas patas dos pintinhos. A vitamina C, dentre outros, aumenta a resistência da casca dos ovos, evita incidência de fadiga das poedeiras nas gaiolas, previne perda de fertilidade nos galos nas épocas mais quentes. Mais especificações sobre este problema e os anteriores podem ser encontradas, em Scott (37, op.cit) e Waldroup (46, op. cit).

Deficiência de cálcio na ração compromete a resistência da casca dos ovos. Portanto a ração de postura deve conter um nível ótimo deste mineral. De modo geral o ovo possui 2 g de cálcio e sua utilização na alimentação é de 40 a 50%. Além disso ele deve guardar uma relação com o fósforo disponível da ordem de 1,5 - 2,1:1 no sentido de não comprometer a absorção de alguns requerimentos importantes.

Hencken (28, op. cit) discuti ainda problemas de pigmentação dos ovos e de níveis ótimos de energia. Dados os preços da ração e dos ovos, mostra que 2.800 Kcal de energia metabolizável por quilo, é o nível energético de maior retorno para o produtor.

Naturalmente que não tive a pretensão de ser exaustivo mas espero ter esclarecido as principais razões que me levaram a optar pelo quadro de restrições contidas na tabela-2 do capítulo V.

VIII.2 - APÊNDICE - B

REFERÊNCIAS, TABELAS, GRÁFICOS

REFERÊNCIAS

- (01) Ademosum, A. A. - O Uso de Farelo de Mandioca em Rações de Aves na Nigéria. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (02) Al, S. et al. - Date Pulp a Cheap and Valueble Source of Amino Acids in Replacing Wheat in Broiler Diet. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (03) Balloun, S. - Plant Protein Meals for Livestock Feeding. Iowa State University, Hudson.
- (04) Baumol, W. J. - Economic Theory and Operations Analysis. New Delli, Prentice Hall of India Private Limited, 1970.
- (05) Bellman, R. - Dynamic Programming. Princenton, Princenton University Press, 1957.
- (06) _____ . - e Dreyfus, S. - Applied Dynamic Programming. Princenton, Princenton University Press, 1962.
- (07) Beneke, R. R. e Winterboer, R. - Linear Programming Aplications to Agriculture. Ames, The Iowa State University Press, 1973.
- (08) Billas, R. A. - Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Forense, 2a. Edição, 1972.
- (09) Bonino, M. F. A. et al. - Aspectos Nutricionais de Poedeiras Híbridas Leghorn com Sorgos de Diferentes Níveis de Compostos Tânicos. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (10) Bougon, M. - Influence du Pruteen sur les Performances des Pondenses. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.

- (11) _____. - Influence du Pruteen sur les Performances des Poulets et des Dindonneaux. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (12) Brandão, J. S. et al. - Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Mamona Destoxificado na Alimentação de Frangos de Corte. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (13) Campos, J. - Tabelas para Cálculos de Ração. Viçosa, Imprensa Universitária, 1972.
- (14) Cemmi, B. - Effects of the Substitution of Soybean and Fish Proteins with SCP (Tropina) in the Nutrition of Laying Hens. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (15) Charnes, A. e Cooper, W. W. - Chance-Constrained Programming. Management Science 6: 73-79, 1959.
- (16) Chaves, R. N. M. et al. - Uma Ração de Custo Mínimo para Frangos. Ceres 17(94). Viçosa, 1970.
- (17) Cuesta, M. P. et al. - Rendimentos Comparativos em Frangos de Corte da Farinha de L. Albus "Neuland" e Torta de Soja. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (18) _____. - Valoração da Farinha de Sementes de Altramuz Doce como Fonte Proteica em Dietas para Frangos de Corte. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (19) Dantzig, G. B. - Linear Programming Under Uncertainty. Management Science 1: 197-206, 1955.
- (20) Dorfman, R. - Aplication of Linear Programming to the Theory of the Firm. Berkeley, University of Califórnia Press, 1951.

- (21) Evers, W. H. - A New Model for Stochastic Linear Programming. Management Science 13: 680-93, 1967.
- (22) Featherston, J. C. et al. - Studies on the Utilization by Chicks of Sorghum Grains with Varying Tannin Contents. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (23) Feltner, R. - A Framework for Policy in the Feed-Livestock Economy. American Journal of Agricultural Economics 50(2): 381-92, 1968.
- (24) Fonseca, J. B. - Contribuição da Pesquisa Brasileira na Nutrição de Aves. Avicultura e Suinocultura Industrial 818, Fevereiro, 1978.
- (25) Fonseca, J. B. et al. - Influência do Nível de Proteína sobre o Desempenho e Composição da Carcaça de Frangos de Corte. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (26) Gomes, J. L. et al. - Farinha de Carne Suína na Alimentação de Frangos de Corte. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (27) Hassan, Z. A. e Huff, A. B. - Commodity Forecasting Models for Canadian Agriculture. Publication No. 78/3, Information Services. Ottawa, 1978.
- (28) Hencken, H. - Conceitos Modernos sobre a Alimentação de "Broilers" e Poedeiras. Departamento de Nutrição Animal de Roche, Basileia, Suíça.
- (29) Kataoka, S. - A Stochastic Programming Model. Econometrica 31:181-96, 1963.
- (30) Madansky, A. - Linear Programming Under Uncertainty. In Recent Advances in Mathematical Programming, Edited by Graves, R. L. and Wolfe, P. New York, Mac-Graw-Hill, 1963.

- (31) _____. - Methods of Solution of Linear Programs Under Uncertainty. Operations Research 10: 463-71, 1962.
- (32) Maier, J. C. - Formas de Suplementação de Metionina para Aves em Dietas de Sorgo de Alto e Baixo Teor de Tanino. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (33) Mesquita, T. C. - Rações de Custo Mínimo para Frangos de Corte e Procura Potencial para Novos Ingredientes. Tese de Mestrado. Fortaleza, UFC, 1975.
- (34) Ojeda, M. A. et al. - Efeitos de Diferentes Níveis de Proteína para Galinhas em Produção. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (35) Queiróz, A. C. et al. - Avaliação Biológica e Energética de Sorgos com Diferentes Conteúdos de Tanino para Aves. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (36) Roland, D. A. - Influence of Protein, Energy and Calcium on Egg Shell Quality of Laying Hen. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura, Rio de Janeiro, 1978.
- (37) Scott, M. L.; Neshein, M.C.; Young, R. J. - Nutrition of Chicken. Ythaca, M. L. Scott and Associates, 1969.
- (38) Silva, J. F. G. et al. - Cálculo de Ração de Custo Mínimo para Poedeiras através de Programação Linear. Série Didática nº 15. Piracicaba, ESALQ, 1973.
- (39) Srivastava, H. K. et al. - Nutritive Value and Utilization of Sunflower Meal in Poultry. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (40) Thomas, W.G. - O Emprego da Mandioca na Alimentação de Frangos de Corte nas Regiões Tropicais e Subtropicais.

Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.

- (41) Tintner, G. - A Note on Stochastic Linear Programming. Econometrica 28:490-95, 1960.
- (42) Trindade, D. S. et al. - Estudo de Grãos de Sorgo na Alimentação de Aves. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (43) _____. - Estudo de Grãos de Sorgo na Alimentação de Aves. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (44) Valle, R. P. et al. - Efeito do Armazenamento Prolongado sobre a Qualidade da Farinha de Carne e Ossos na Alimentação de Frangos de Corte. Anais e Sumários, XVI Congresso Mundial de Avicultura. Rio de Janeiro, 1978.
- (45) Vieira, A. et al. - Um Exemplo de Cálculo de Ração de Custo Mínimo, Utilizando o Programa LP-Moss. Piracicaba, Série Didática nº 32, ESALQ, 1973.
- (46) Waldroup, P. W. - Formulation of Efficient Poultry Rations. Fayetteville, University of Arkansas, Department of Animal Science.
- (47) Wu, Y. e Ching, W. K. - An Analytical and Graphical Comparison of Marginal and Mathematical Programming in the Theory of Firm. In Kenneth E. Boulding et al. eds: Linear Programming and the Theory of the Firm. New York, Macmillan Company, 1960.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO NUTRITIVA DOS ALIMENTOS PARA RAÇÃO (1)

Alimentos	Energia Kcal/Kg	Proteína %	Cálcio %	Fósforo %	Fibra %	Metionina %	Lisina %	Cistina %	Triptofano %	Arginina %	Colina %
Fo. de Soja	2.400	45,00	0,32	0,67	6,00	0,52	2,98	0,60	0,84	3,06	0,274
Fa. de Carne e Ossos	2.200	50,00	10,67	5,27	2,00	0,70	2,68	0,60	0,20	3,59	0,200
Fa. de Peixe	2.800	61,30	5,49	2,81	1,00	1,80	5,49	0,90	0,50	3,53	0,510
Milho	3.400	9,30	0,02	0,33	2,00	0,22	0,21	0,11	0,07	0,37	0,044
Sorgo	3.200	11,00	0,07	0,38	2,00	0,11	0,28	0,15	0,11	0,45	0,068
Fo. de Trigo	1.146	16,00	0,14	1,24	10,00	0,21	0,53	0,26	0,22	0,99	0,110
Fa. de Trigo	3.000	10,80	0,02	0,09	0,30	0,17	0,36	0,23	0,099	0,55	0,099
Fo. Arroz	2.700	46,00	0,17	0,57	11,00	0,40	2,30	0,70	0,50	5,90	0,154
Fa. de Sangue	2.800	80,00	0,28	0,22	1,00	1,00	6,90	1,50	1,00	3,30	0,099
Fa. de Osso	-	-	30,10	14,50	-	-	-	-	-	-	-
Fo. Arroz	2.000	13,50	0,06	1,82	11,00	0,20	0,42	0,11	0,10	0,49	0,139
Fa. Mandioca Crua (2)	3.300	2,40	0,15	0,08	7,60	-	-	-	-	-	-
Metionina Sintética	-	-	-	-	-	99,00	-	-	-	-	-
Lisina Sintética	-	-	-	-	-	-	99,00	-	-	-	-
Quebrado de Arroz (2)	2.600	8,00	0,09	0,36	9,00	-	99,00	-	-	-	-
Cloreto de Colina	-	-	-	-	-	0,17	0,30	0,10	0,12	0,70	0,101
Feijão Micaçar (4)	2.370	23,40	0,09	0,54	3,9	-	-	-	-	-	50,000
Fo. Babaçu (3)	2.210	21,70	0,32	0,78	16,8	0,273	1,599	0,255	0,254	2,20	0,167
Raspa de Mandioca	3.290	2,80	0,09	0,25	5,0	-	-	-	-	-	-

(1) Campos - Joaquim. Tabelas para Cálculos de Rações - UFV - 1975

(2) Thomas - O.P. Maryland Feed Composition Data - DPS - Univ. Of. MD. 1978

(3) Indústrias de Ração - 1978

(4) Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA - 1979

Gráfico 1
ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA PROTEÍNA E FIBRA
CORTE FINAL - SP

140

Gráfico 2
ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA AMENDOIM E MANDIOCA
CORTE FINAL - SP

141

Gráfico 3
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA MILHO
CORTE FINAL - SP

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE SOJA
CORTE FINAL - SP

143

Gráfico 5
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA A FARINHA DE TRIGO
CORTE FINAL - SP

Preço

Gráfico 6
FARINHA DE TRIGO
CORTE FINAL - SP

145

Preço

Gráfico 7
MILHO
CORTE FINAL - SP

Gráfico 8
FARELO DE SOJA
CORTE FINAL - SP

Gráfico 9
ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA CÁLCIO E FIBRA
POSTURA - SP

147

Gráfico 10
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO
POSTURA - SP

148

Gráfico 11
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE SOJA
POSTURA - SP

149

Gráfico 12
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE AMENDOIM
POSTURA - SP

150

Gráfico 13
MILHO E SORGO
POSTURA - SP

151

Gráfico 14
FARELOS DE AMENDOIM E SOJA
POSTURA - SP

152

Gráfico 15
ALTERAÇÃO DE CUSTO PARA ENERGIA E CISTINA
CORTE FINAL - PE

153

-Gráfico 16
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO
CORTE FINAL - PE

Gráfico 17
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O FARELO DE SOJA
CORTE FINAL - PE

155

Gráfico 18
MILHO E FARINHA DE TRIGO
CORTE FINAL - PE

156

Gráfico 19
FEIJÃO MACAÇAR E RASPA DE MANDIOCA
CORTE FINAL - PE

157

Gráfico 20
 FARINHA DE MANDIOCA E FARELO DE SOJA
 CORTE FINAL - PE

158

Gráfico 21
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O MILHO
POSTURA - PE

Gráfico 22
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA A FARINHA DE PEIXE
POSTURA - PE

160

Gráfico 23
FARELO DE SOJA E MILHO
POSTURA - PE

161

SUMMARY

This work investigates one case of consistency on agricultural product policy: the impact of price relations on formula feed industry adjustment.

Three hypothesis are tested: (a) the firm demand for proteic feed stuffs is less elastic than for the caloric one; (b) price subsidy can generate inelastic demand for the firm; (c) price controls by government for especific ration inputs are inefficient and inadequate to entreprisedecisions in ration formulation, because they cannot be enforced.

The empirical model consists in a least cost ration formulation for poultry - both laying hens and broilers - with a parametric analysis for selected inputs.

The economic model consists of an analitical structure of firm behaviour facing a maximization process where the constraints are inequalities. Perfect competition is assumed and firm behaviour facing price relations is discussed.

Each optimal ration is interpreted and demand elasticity obtained for especific "feed stuff".

Two regions in Brazil are compared in this analysis: the South and the Northeast.