

## ECONOMIAS DE ESCALA E TAMANHO ÓTIMO DA EMPRESA

### AVÍCOLA NO ESTADO DO AMAZONAS\*

Ricardo Pinto Ribeiro  
Alexandre Aad Neto  
Alberto Martins Rezende  
Armando da Paz Puga Rebello  
Antônio Fagundes de Sousa  
Sergio Alberto Brandt\*\*

#### 1. INTRODUÇÃO

##### 1.1. Importância

Com a contínua elevação dos preços relativos dos insumos avícolas, é de esperar que, tanto os avicultores quanto os responsáveis pela política agropecuária, busquem os processos mais efetivos de redução dos custos envolvidos na produção avícola. Para tanto, existem diversas alternativas. Uma delas é a de elevar a eficiência no emprego dos insumos ora utilizados nas granjas, quer produzindo mais com a mesma quantidade de recursos, quer produzindo a mesma quantidade de produto com menos recursos. Nos dois casos, o custo unitário de produção de ovos é reduzido. Outra alternativa é a de recombinação dos insumos existentes, de modo a obter combinação diferente de produtos (ovos-frangos, por exemplo) que seja de valor mais elevado. Neste caso, a renda bruta em relação aos custos aumenta ou os custos em relação a renda bruta diminuem. Em ambas as situações a renda líquida aumenta. Outra alternativa é a de aumentar a intensidade das operações, adicionando mais capital e/ou mão-de-obra aos recursos fixos existentes. Uma quarta alternativa é a de expandir o tamanho da empresa por meio da adição de mais recursos fundiários (terreno e benfeitorias).

Um estudo de tamanho das firmas avícolas interessa tanto aos avicultores como aos consumidores de ovos. O consumidor se interessa pelo tamanho que permite operação eficiente e preços menores. O interesse do avicultor se concentra no tamanho que permite operação eficiente e maior nível de renda.

---

\* Aceito para publicação em 29-12-1973.

\*\* O primeiro autor é Engenheiro-Agrônomo, estudante pós-graduado em Extensão Rural, o segundo e o terceiro são Engenheiros-Agrônomos, do D.E.R. da ESA-U.F.V. o quarto autor é professor da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, o quinto e o sexto autores citados são Professores da Universidade Federal de Viçosa.

Há, também, um interesse público, de caráter governamental, nos programas regionais de colonização, de se conhecerem estas relações tamanho - custo para as empresas da região.

O tamanho da firma relaciona-se com a renda avícola de duas maneiras: (a) quando não ocorrem nem economias nem deseconomias de tamanho, i.e., o custo unitário permanece constante, independente do tamanho da granja, ou seja quanto maior a firma, maior será a renda total; (b) quando há economia de tamanho, isto é, o custo unitário decresce a medida que o tamanho da firma aumenta e a renda total aumenta.

Conseqüentemente, no planejamento da exploração avícola devem considerar-se as variações no custo da produção na medida em que aumenta o tamanho da exploração.

### 1.2. Objetivos

O presente estudo investiga as economias de expansão do tamanho da firma avícola, através do aumento do plantel, como uma alternativa de planejamento aberta aos produtores de ovos que abastecem o Estado do Amazonas, localizados na área de influência da cidade de Manaus.

Assim, especificamente, utilizou-se uma subamostra de 96 propriedades avícolas do Estado do Amazonas, com o objetivo de determinar a natureza das economias de tamanho e o tamanho mínimo ótimo das empresas avícolas naquela região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Postular uma função de custo mais geral é diferente de especificar uma função de custo determinada, teoricamente completa e analiticamente manipulável. A parte dos problemas de quantificação, a imensidão de insumos e de usos de insumos costuma desencorajar qualquer tentativa de especificar o papel funcional de cada fator de produção no processo produtivo.

Conquanto haja certa solicitação à redução do número de variáveis no sistema, através da combinação de determinadas classes de insumos, as mutantes relações entre fatores, definidas pelos conceitos de substituição e complementação, de uma para outra fase do processo produtivo, levam à rejeição deste procedimento como mera conjectura. Em vez de tentar desenvolver classificações de insumos interrelacionados, no sentido de substituição, sugere-se uma aproximação mais ampla e radical (2), (4).

Sugere-se que os custos total e médio (unitário) de produção de ovos sejam funções do volume total de produção da granja:

$$(1) CT = b_0 + b_1 Q + b_2 Q^2$$

$$(2) CMe = b_1 + b_2 Q + b_0 Q^{-1},$$

onde CT indica custo total de produção de ovos, expresso em cruzeiros por ano; Q é o volume anual de produção de ovos, expresso em milhares de unidades; CMe é o custo médio de produção de ovos, expresso em cruzeiros por mil unidades (ovos);  $b_0$ ,  $b_1$  e  $b_2$  são constantes de regressão.

A forma destas funções de custo de produção deriva da forma

da função de produção considerada no estudo.

A função de produção indica os níveis dos investimentos exigidos para atingir os níveis de produção e pode ser representada, matematicamente, da seguinte forma:

$$(3) \quad y = f(x_1/x_2, x_3, \dots, x_n)$$

onde:  $y$  é o nível de produção;  $x_1$  é o nível de insumo variável;  $x_2, \dots, x_n$  são os níveis dos insumos fixos.

Por outro lado, pode-se representar a função de produção diagramaticamente, com o eixo horizontal mostrando os níveis do insumo variável necessários para se obter determinado nível de produção, colocado no eixo vertical (figura 1).

Convertendo-se a escala horizontal em valores, o que é possível porquanto o preço do insumo é dado, consegue-se uma nova escala de valor do insumo.

Imprimindo-se uma rotação no diagrama (figura 1) de tal modo que o eixo do valor do insumo, antes na posição horizontal, fique na vertical (figura 2), a produção passa para o eixo horizontal. Este artifício geométrico permite demonstrar que, para um determinado nível de produção, ter-se-á um custo em insumo variável e que a forma da curva da função de custo variável total reflete a forma básica da função de produção (5).

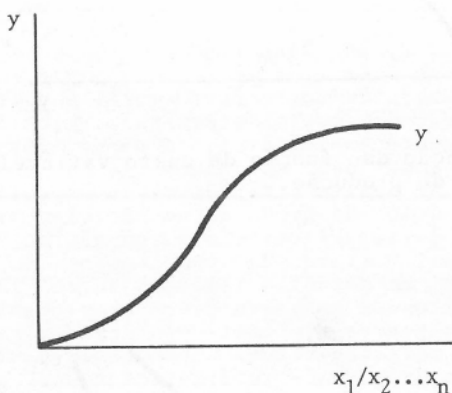


FIGURA 1 - Função de produção com um insumo variável.

Os custos fixos totais ser representados por uma reta, uma vez que não variam com o nível de produção e, como o custo total é o somatório do custo fixo total e do custo variável total, ele tem a trajetória do custo variável adicionado ao custo fixo (figura 3).

Sendo  $p_1, p_2, \dots, p_n$  os preços dos insumos  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , respectivamente, e pressupondo também que são constantes para a firma, obtém-se o custo total da produção, representado por  $y$  (cty) na expressão:

$$(4) \quad ct = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n$$

que se decompõe, naturalmente, em custos fixos (cf) e custos

variáveis (cv) onde:

$$(5) \text{ cf} = p_2x_2 + \dots p_nx_n \dots; \text{ e}$$

$$(6) \text{ cv} = p_1x_1$$

Para a determinação do custo total médio, divide-se o custo total para um determinado nível de produção por esta produção. Geometricamente, tem-se  $ct/y$ , equivalente à tangente do ângulo formado por uma reta partindo da origem em direção ao ponto da produção na curva do custo total com o eixo horizontal.

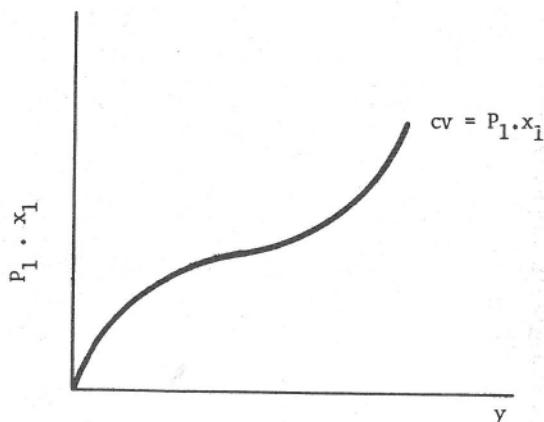


FIGURA 2 - Ilustração da função de custo variável derivada da função de produção.

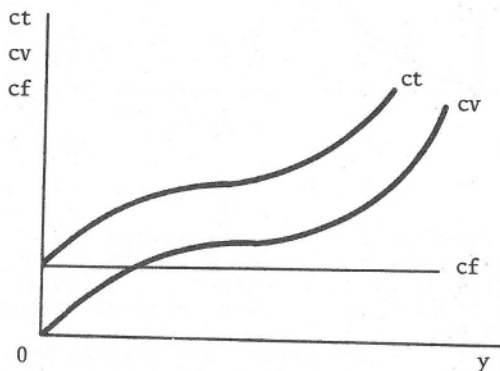


FIGURA 3 - Ilustração da função de custo total derivada da função de custo variável e custo fixo.

Dependendo da forma da curva de produção típica (figura 1), obtêm-se diferentes formas das curvas de custos. Assim, para uma função de produção típica (três estágios), as curvas de custo variável médio e de custo total médio são convexas à origem, apresentando custos decrescentes seguidos de custos crescentes (figura 4).

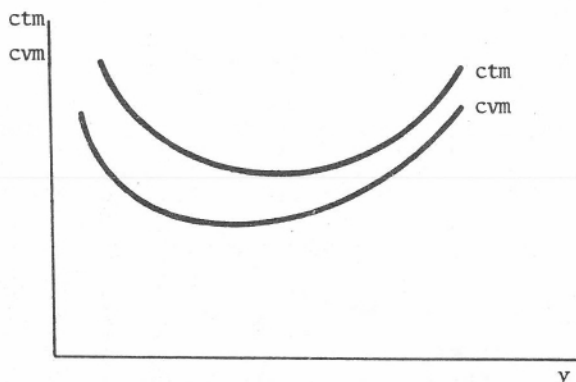


FIGURA 4 - Ilustração da função de custo total médio derivada de custo total e custo variável médio derivado do custo variável.

O conjunto de curvas de custo médio no curto prazo determina a curva de custo médio no longo prazo que tangencia as curvas de custo no curto prazo. O longo prazo pode ser considerado como um conjunto de situações de curto prazo nas quais a empresa pode mover-se. A curva do longo prazo mostra o menor custo possível quando a firma pode realocar todos os fatores de produção. Deste modo, o custo médio a longo prazo não pode ser mais elevado de que o custo médio a curto prazo, no nível em que ele é mínimo (6), (3).

O comportamento do custo médio no longo prazo depende, acima de tudo, enquanto a produção se expande, das economias ou deseconomias de escala ou tamanho que a firma pode experimentar na medida em que os fatores de produção se expandem.

Decréscimo no custo médio a longo prazo é chamado economias internas de escala pois resulta de reorganização interna da empresa. Citam-se, pelos menos, duas principais economias internas de escala: (1) crescente possibilidade de divisão e especialização da mão-de-obra e (2) crescente possibilidade de uso de desenvolvimento tecnológico e/ou equipamentos maiores. Por outro lado, a empresa, ao se expandir, pode experimentar deseconomias internas de escala. Aumento dos fatores de produção desloca as curvas de custo no curto prazo, no sentido ascendente, causando inclinação positiva na curva de longo prazo. A existência de deseconomias internas de escala é evidência de que a empresa passou do ponto em que promover a especialização da mão-de-obra, mecanização e tamanho reduziria os custos unitários. Um dos motivos para que haja deseconomias internas é a



existência de problemas administrativos, ocasionando dificuldades de coordenação e controle. É possível a não existência nem de economias nem de deseconomias internas de escala e, neste caso, a curva do custo médio, a longo prazo, será horizontal em relação ao volume produzido.

Além da dicotomia entre recursos fixos e variáveis, existe a classificação de recursos divisíveis e recursos discretos. Tal dicotomia não depende da primeira, i.e., tanto os insumos fixos os variáveis podem ser discretos ou divisíveis. Como o nome indica, os fatores discretos (indivisíveis) são encontrados somente em quantidades integrais ou completas, em unidades de tamanho específico. A unidade discreta pode ser um insumo determinado, como, por exemplo, um pulverizador ou uma bomba hidráulica.

Os recursos divisíveis são encontrados em quantidades mensuráveis, contrastando-se com as quantidades discretas. Tais insumos incluem itens como rações, aditivos e mão-de-obra assalariada.

A distinção entre fatores discretos e divisíveis nem sempre é clara, nem é idêntica em todas as áreas da economia agropecuária do país. Assim, por exemplo, em certos distritos da área de influência do mercado de Manaus, novos empresários somente podem adquirir tratos de terra (lotes) de tamanho pré-determinado pelo INCRA. Em outras áreas do Estado e do País, tais restrições praticamente não existem.

Finalmente, deve-se fazer uma distinção entre retornos à escala e economias de escala. Define-se retornos à escala como retornos econômicos obtidos com o aumento do produto físico, mantendo-se constante a proporção de insumos (capital e mão-de-obra). Pode-se mostrar esta relação, numa superfície de possibilidades de produção, por meio da linha reta que passa pela origem e intersecciona as curvas de isoproducto (figura 5).

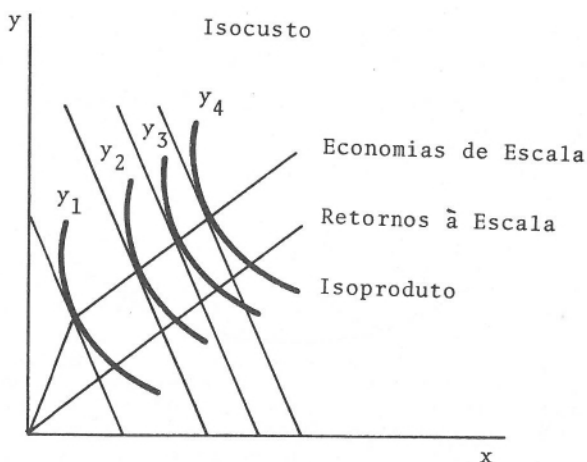


FIGURA 5 - Superfície de possibilidades de produção no longo prazo, indicando caminhos de expansão alternativos.

As economias de escala ocorrem de duas maneiras e se devem, tanto a causas técnicas como a causas pecuniárias. No segundo caso, as economias resultam ou de redução no preço dos insumos, ou de elevação no preço dos produtos. As economias tecnológicas resultam do emprego de melhores métodos de operação. As empresas maiores são geralmente capazes de utilizar equipamentos maiores e mais especializados e de usar mais plenamente a mão-de-obra e o equipamento. Tais oportunidades não existem para as empresas de dimensão reduzida. Seus custos totais têm que ser aplicados a menor número de unidades de produto final e, conseqüentemente, seus custos unitários são mais elevados.

Indicam-se retornos à escala por curvas de isoproducto equidistantes entre si. Quando a distância entre estas curvas diminui, ao se deslocarem a partir da origem, isto indica retornos crescentes à escala. Quando a distância entre as curvas aumenta, ao aumentar a quantidade de produto, isto indica retornos decrescentes à escala.

A curva de economia de escala é indicada pela série de pontos de custo mínimo correspondentes a níveis sucessivos de quantidade de produto. O caminho de expansão liga os pontos do custo mínimo sobre as curvas de isoproducto, para cada nível de quantidade de produto. No ponto de intersecção das curvas de isoproducto com o caminho de expansão, a curva de isoproducto é tangente à relação de isocusto, a qual atinge um mínimo para o volume de operações (figura 5).

Expressando-se esta relação em termos do custo médio total unitário, pode-se representá-la por uma curva de "envelope", formada pela tangência com uma série de curvas de custo a curto prazo. Esta curva de custo médio total unitário é uma estimativa da curva de planejamento ou longo prazo (figura 6).

A curva de planejamento ou curva de custo unitário a longo prazo, mostrada na figura 6, é o caso simples de um produto único e homogêneo e de dois insumos. Um caso mais complexo seria o da empresa que produz mais de um produto. Visto que isto pode ocorrer, seria necessário resolver o problema de

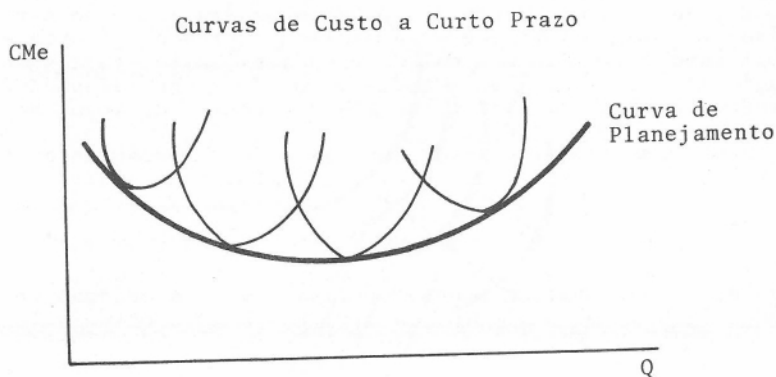


FIGURA 6 - Curvas hipotéticas de custo médio unitário a longo e curto prazos para empresas de diferentes tamanhos.

quantificação do produto agregado numa expressão única. Não existem métodos completamente satisfatórios. Entretanto, fazendo-se a pressuposição de preços relativos constantes dos produtos, poder-se-ia medir o produto agregado em termos do retorno bruto total ( $RBT = P_1Q_1 + P_2Q_2 + \dots + P_nQ_n$ ). O custo médio seria, então, expresso em termos de custo total por cruzeiro de RBT. Este problema não é, obviamente, encontrado no presente estudo, vista a especialização total das empresas estudadas.

A população, no presente estudo, foi constituída de avicultores produtores de ovos, que operam no Estado do Amazonas, e foram entrevistados 96 dos 100 empresários existentes. Os dados foram obtidos através do "survey" e, para tal, foram elaborados questionários com a maioria das perguntas fechadas e outras abertas, de acordo com o nível de precisão desejado na resposta (1). A coleta dos dados foi feita por técnicos da Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Amazonas (ACAR-AMAZONAS).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação estimativa de custos totais de produção de ovos ajustada aos dados de custo total e volume de produção de noventa e seis empresas avícolas, do Estado do Amazonas, localizadas na área de influência da cidade de Manaus, foi a seguinte:

$$(7) \quad CT = 21.609,594 + 105,418 Q + 0,071 Q^2$$

(31,919)      (0,027)

$$R_{y12}^2 = 0,76$$

onde CT é a estimativa de custos totais de produção de ovos, expressa em cruzeiros por mil ovos e Q é volume anual de produção, expresso em milhares de ovos. Os números entre parênteses são os erros-padrão dos respectivos coeficientes de regressão.

O grau do ajustamento da equação quadrática pode ser considerado bom, visto que esta explica cerca de setenta e seis por cento da variação total observada em custos totais de produção de ovos, na área estudada. Os dois coeficientes de regressão parcial são estaticamente diferentes de zero, ao nível de probabilidade de 0,01.

A equação de custo médio unitário de produção de ovos, derivada da equação do custo total (1), foi a seguinte:

$$(8) \quad CMe = 105,418 + 0,071 Q + 21.609,594 Q^{-1}$$

onde CMe indica custo médio de produção de ovos, expresso em cruzeiros por mil unidades. Derivando-se a equação de custo médio igualando-se a primeira derivada a zero obtém-se o nível de produção que minimiza custos. A estimativa de nível de produção que minimiza custos de produção de ovos, na área estudada foi da ordem de 552 mil ovos por ano, por empresa. Assim, pode-se dizer que a escala ótima de produção de ovos no Estado do Amazonas gira em torno de 550 mil ovos, por ano, por empresa.



Atualmente, observou-se que o volume de produção de ovos, por empresa, varia entre 9.000 e 1.300.000 unidades por ano. Entretanto, estimou-se que sessenta e oito por cento das empresas apresentam níveis de produção inferiores a 524.000 ovos por ano, isto é, dispõem de oportunidades para redução de custos por meio de simples aumento na escala ou volume de produção.

A figura 7 ilustra as variações esperadas em custo médio de produção de ovos e o nível de produção que minimiza custos médios. Este nível ótimo de produção ( $Q^0 = 552.000$ ) é indicado pela intersecção das curvas de custo médio e de custo marginal. É aparente, neste gráfico, a ocorrência, tanto de economias como de deseconomias de escala, na produção de ovos na área estudada.

A equação de custo marginal, derivada da equação de custo total, (1) é dada por:

$$(9) \text{CMA} = 105,418 + 0,142 Q$$

A parcela da curva de custo marginal, situada acima da curva de custo médio, corresponde à curva de oferta da empresa.

#### 4. CONCLUSÕES

A principal conclusão é a que resulta do contraste entre o nível médio de preços do produto (Cr\$ 280,00 por mil unidades) e os níveis de custo estimados para diferentes escalas de operação (CMe = Cr\$ 228,00;  $Q = 200.000$  ovos; e CMe = Cr\$ 214,00;  $Q = 1.300.000$  ovos). Tal discrepância, indicando amplas margens de lucro, são, entretanto, ilusórias visto que parcela substancial dos avicultores da área estudada encontra-se em área de renda líquida negativa. O custo médio geral estimado era de ordem de Cr\$ 306,00, por mil ovos.

Sugere-se que o problema de tecnologia de produção é de importância igual ou maior do que a escala de produção, em termos da influência sobre custos e lucros da produção avícola do Estado do Amazonas.

Novos estudos deveriam ser implementados, visando determinar combinações e tipos de insumos que proporcionem custos mínimos de produção de ovos naquela região.

#### 5. RESUMO

A crescente elevação dos preços relativos dos insumos avícolas sugere, tanto aos avicultores como aos responsáveis pela política agropecuária, meios mais efetivos de elevação da renda dos produtores.

Este estudo procurou investigar as economias de escala ou tamanho da firma avícola, através de aumento de plantel como uma alternativa de planejamento aberta aos produtores de ovos que abastecem o Estado do Amazonas e localizados na área de influência de Manaus. Especificamente, procurou-se determinar a natureza das economias de tamanho e o tamanho mínimo ótimo das empresas avícolas naquela localidade, utilizando uma subamostra de 96 propriedades avícolas, de um total de 100 empresas da região.

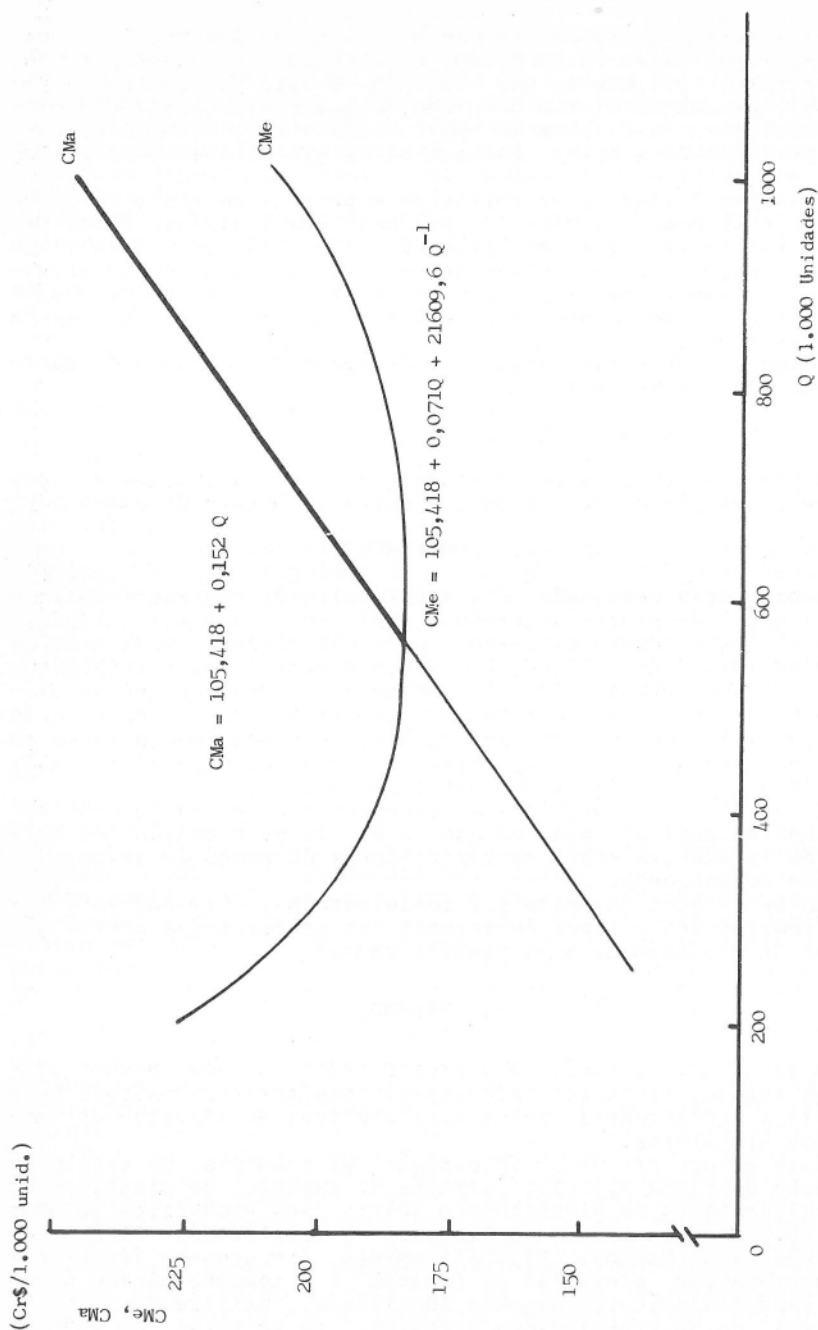


FIGURA 7 - Ilustração das curvas de custo médio e custo marginal de longo prazo da empresa avícola típica, Estado do Amazonas, 1972.

As análises foram feitas com base nas funções de custos derivadas da função de produção. Foram ajustadas equações de custos totais de produção, sendo utilizada, como variável independente, o volume anual de produção. Após o estabelecimento das equações e sua transformação em formas lineares, ajustaram-se as mesmas pelo método de quadrados mínimos ortodoxos. Para possibilitar a avaliação das equações que representam melhor as funções de custos totais médios e de custos variáveis médios utiliza-se o teste de "t" de Student, o coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ), a matriz de correlação e os coeficientes de correlação parcial.

Os resultados apresentados indicaram a ocorrência tanto de economias como de deseconomias de escala, na área estudada, e a estimativa do nível de produção que minimiza custos de produção de ovos foi da ordem de 552 mil ovos por ano por empresa. Estimou-se que sessenta e oito por cento das empresas apresentam níveis de produção inferiores a 524.000 ovos por ano, isto é, dispõem de oportunidades para redução de custos, por meio de simples aumentos na escala ou volume de produção.

A principal conclusão resultou do contraste entre o nível médio de preços do produto e os níveis de custo estimados para diferentes escalas de operação, embora substancial parcela dos avicultores esteja operando com renda líquida negativa.

Sugeriu-se que o problema de tecnologia de produção é de grande importância, igual ou maior do que a escala de produção.

Sugeriu-se também a implementação de novos estudos visando a determinação de combinações e tipos de insumos que proporcionem custos mínimos de produção de ovos, naquela região.

## 6. SUMMARY

The relative increase in prices of poultry products compared to costs of production suggests to the poultry farmers as well as to those responsible for livestock policies a more effective means of raising producer incomes.

This study investigated the economies of scale or size on poultry enterprises through increasing the size of flock as one alternative open to the egg producers that supply Manaus and its vicinity in the state of Amazonas. Specifically the nature of the economies of size and the size of the smallest cost enterprise was determined in the area using a sample of 96 of the 100 poultry enterprises located in the region.

The analysis was based on cost functions derived from the production function. A total cost of production equation was estimated using annual volume of production as the independent variable. After establishing the equation and making linear transformations, they were estimated using the orthodox minimum least squares estimating technique. To evaluate the equations that represent the average total cost and average variable cost functions, the Student t test, the multiple coefficient of determination ( $R^2$ ), the partial correlation coefficient and correlation matrix were used.

The analysis indicated the presence of economies as well as diseconomies of scale in the area studied. The level of production that minimizes the cost of producing eggs was on the order of 552 thousand eggs per year per farm. It was

estimated that 68% of the farm businesses had an annual volume of less than 524 thousand eggs per year, which indicates that these farmers could reduce unit costs simply by increasing their size of business.

Another major conclusion is derived from the contrast between the average price and costs for the various enterprises. A substantial part of the egg producers were operating at a loss.

Production technology appears to be as important or even more important than the scale of production.

New research is needed to determine the types and combinations of resources that will result in least cost egg production in that region.

#### 7. LITERATURA CITADA

1. BRANDÃO, E.D. Método para determinação de custo de produção de leite, através de inquérito ou levantamentos (Survey). *Rev. Ceres*. Viçosa, U.F.V.2(54):396-421. Jan.-Jun. 1956.
2. BRANDT, S.A. *Curso de metodologia de pesquisa com ênfase especial em economia agrícola*. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1965, p. 121-24.
3. JOHNSON, G.L. Classification and accounting problems in fitting production functions to farm records and survey data, In: HEADY, E.O. ed. *Resource productivity, returns to scale, and farm size*. Ames, Iowa State College, 1956. p. 90-96.
4. JOHNSTON, J. Statistical cost functions: a reappraisal. *Review of Economics and Statistics*. Cambridge, 15(9):339 - 350, Nov. 1958.
5. STOLLSTEIMER, J.F. Cost functions from cross - section data: fact or fantasy. *Agricultural Economic Research*, Washington, 13(3):79-88. Feb. 1961.
6. WALTERS, A.A. Production and cost functions: an econometric survey. *Econometrica*, Chicago. 31(1-2):300-312, Jan.-Abr. 1963.