

SIMULAÇÃO DE TAXAS INTERNAS DE RETORNO NA ANÁLISE ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS AVÍCOLAS NO NORDESTE DO BRASIL

*Pedro F. Adeodato de Paula Pessoa**

Resumo: Apresenta resultado de pesquisa que teve como objetivo avaliar e selecionar tecnologias avícolas para o Nordeste do Brasil, sob condições de renda e risco. Para tal, foram calculadas taxas internas de retorno simuladas, usando o processo de Monte Carlo. Posteriormente empregou-se o método de Hannoch e Levy na seleção das alternativas tecnológicas. Identificou-se a tecnologia A_3 (oito aves/m² em 52 dias) como a mais eficiente, quando o objetivo do avicultor é maximizar a renda e minimizar o risco da atividade.

1. INTRODUÇÃO

As atividades que compõem a agropecuária nordestina, com raras exceções, apresentaram nos últimos anos desempenho bastante desfavorável, com nítida tendência a um maior agravamento. Entretanto, o desenvolvimento de modernas tecnologias pelas instituições governamentais de pesquisa agropecuária poderá, a médio prazo, ter uma participação atuante na reversão dessa tendência.

Dentre os fatores responsáveis por aquele estado de coisas, destacam-se a baixa remuneração auferida e os elevados riscos enfrentados pelo setor.

Com o surgimento e o fortalecimento da avicultura em escala comercial, abriram-se alentadoras perspectivas, tanto no aumento da produção de proteína animal quanto na elevação da remuneração do setor, bem como na criação de empregos, diretos e indiretos. Dessa forma, presencia-se, atualmente, uma grande demanda por informações concernentes à rentabilidade e aos riscos peculiares à atividade avícola.

* Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA.

Neste sentido, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPA-CE) vem concentrado esforços de pesquisa com a finalidade de oferecer aos avicultores tecnologias que viabilizem, ainda mais, os seus processos produtivos.

Segundo SHIOTA (1987), a avicultura tem sido uma das atividades da pecuária que mais tem absorvido a tecnologia gerada pela pesquisa. As descobertas científicas têm sido rapidamente transferidas para os meios de produção, industrialização e comercialização de produtos avícolas, beneficiando os diferentes segmentos da produção.

Examinando-se estudos realizados no Nordeste do Brasil (BARROSO, 1969; MENEZES, 1974; MENEZES et alii, 1987), constatou-se uma incorporação maciça de tecnologia pelo setor avícola, o que contribuiu para elevar a oferta de seus produtos. Observa-se, por outro lado, que apesar da grande importância das informações, os referidos trabalhos assumiram a pressuposição de que os avicultores tomam as suas decisões com base em eventos de conhecimento perfeito.

A contemplação dos riscos biológicos e de mercado nas pesquisas agrícolas reveste-se de grande importância, pois é notório que o empresário norteia as suas decisões com base em eventos de conhecimento imperfeito, buscando maximizar a utilidade esperada, ao invés de maximizar o valor esperado da renda.

Se os fluxos de caixa gerados por um investimento fossem isentos de riscos, o investidor procuraria apenas uma maneira de equilibrar a sua utilidade presente com a sua utilidade futura. Entretanto, como os fluxos são valores esperados, o investidor fica impossibilitado de planejar seu padrão de utilidade futura com absoluta certeza.

Segundo VAN HORNE (1971), sendo os retornos dos investimentos e a sincronização desses retornos incertos, o investidor procura compensar a falta de certeza exigindo uma rentabilidade que justifique o risco assumido.

Na atividade avícola os riscos biológicos e de mercado existem em profusão e atuam como um fator limitante, tanto nas aplicações de capital como no processo de adoção de novas tecnologias.

Ante o exposto, pretende-se avaliar a viabilidade, em termos de renda e risco, de idades de abate de frango de corte no Nordeste do Brasil, submetidas a diferentes densidades populacionais.

2. METODOLOGIA

2.1. FONTE DOS DADOS

Os dados de rendimentos são oriundos de experimento conduzido pela EPACE, objetivando determinar a idade ótima de abate de frangos de corte no Nordeste do Brasil, submetidos a diferentes densidades populacionais.

A pesquisa experimental foi conduzida em base física da EPACE, situada em Maracanaú-CE.

Foram utilizados 880 pintos (50% machos e 50% fêmeas) em um delineamento inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos e cinco repetições.

O experimento teve duração de 56 dias (02/03/87 a 27/04/87), divididos em fase inicial (um a 28 dias) e fase final (29 a 56 dias). Os tratamentos consistiram de quatro densidades populacionais, ou seja: A — oito aves/m²; B — dez aves/m²; C — 12 aves/m² e D — 14 aves/m².

Além de serem vacinadas contra Marek, Newcastle (por duas vezes) e Bouba, as aves receberam ração comercial à vontade e foram pesadas no início e semanalmente, no decorrer do experimento.

As outras informações utilizadas neste estudo foram obtidas junto a diversas fontes secundárias, avicultores e pesquisadores.

As tecnologias testadas, conformme delineamento experimental, foram as seguintes:

- A₁ — oito aves/m² no período de seis semanas;
- A₂ — oito aves/m² no período de sete semanas;
- A₃ — oito aves/m² no período de oito semanas;
- B₁ — dez aves/m² no período de seis semanas;

- B_2 — dez aves/m² no período de sete semanas;
 B_3 — dez aves/m² no período de oito semanas;
 C_1 — doze aves/m² no período de seis semanas;
 C_2 — doze aves/m² no período de sete semanas;
 C_3 — doze aves/m² no período de oito semanas;
 D_1 — quatorze aves/m² no período de seis semanas;
 D_2 — quatorze aves/m² no período de sete semanas;
 D_3 — quatorze aves/m² no período de oito semanas.

2.2. PROCESSO DE SIMULAÇÃO — ANÁLISE DE RISCOS

Os fluxos de caixa líquidos foram apurados e estimados semanalmente, através da diferença entre a receita bruta e o total dos investimentos e dos custos.

O indicador de rentabilidade utilizado foi a TIR (Taxa Interna de Retorno) que, por definição, é o valor da taxa de desconto, r , para a qual se verifica a seguinte relação:

$$(1) \sum_{t=0}^n FLD_t (1+r)^{-t} = 0$$

onde:

FLD_t = fluxo monetário líquido da alternativa tecnológica ($t = 0, 1, 2, \dots, n$);

n = horizonte de planejamento;

r = taxa interna de retorno (TIR)

Este critério de decisão recomendará uma alternativa de investimento se esta apresentar uma TIR superior ao suposto custo de oportunidade do capital.

Em virtude de as variáveis que compõem os fluxos de caixa conterem um certo grau de incerteza, acredita-se que o emprego de simulação oferece ao tomador de decisões informações mais completas sobre o grau de risco de determinada alternativa de investimento.

O processo de simulação de Monte Carlo, desenvolvido por HERTZ (1964), consiste em atribuir-se às variáveis mais relevantes dos fluxos de caixa uma distribuição de probabilidade (NORONHA, 1982; NEVES, 1984; SÁ, 1985). Esta distribuição é, via de regra, determinada através de estimativas subjetivas de probabilidade. Assim, ao conjunto de valores da variável, associa-se a probabilidade de sua ocorrência nas condições reais do projeto.

A seguir, retira-se, ao acaso, um valor de cada uma das distribuições de probabilidades anteriormente obtidas. Estes novos valores substituem os valores originais nos fluxos de caixa da alternativa, estabelecendo, por simulação, um "novo projeto". Calcula-se, então, a TIR usando este fluxo de caixa simulado.

O procedimento mencionado é repetido de modo que, para cada conjunto de valores selecionados ao acaso das distribuições de probabilidade, obtenha-se um único valor recalculado da TIR. Este processo é repetido algumas centenas de vezes até que permita estabelecer uma distribuição de frequência. As estimativas da TIR, colocada sob a forma de uma distribuição acumulativa de probabilidade, fornecem indicações mais seguras sobre o grau de risco que o tomador de decisões irá enfrentar com respeito a determinada alternativa de investimento.

No processamento computacional do método de Hertz, foram consideradas aleatórias as seguintes variáveis:

- a) investimento;
- b) ganho de peso em kg/frango vivo, por semana;
- c) preço do kg/frango vivo;
- d) valor monetário da ração consumida, por semana;
- e) outras despesas.

Os itens que comparam os investimentos foram agregados e, através de consultas a empresários e técnicos, estimaram-se os valores mínimos, prováveis, e máximos. Desta forma, foi utilizada uma distribuição de probabilidade do tipo triangular. Esta forma de distribuição também foi utilizada para as variáveis preços do kg/frango e outras despesas.

Conforme POULIQUEN (1970), a distribuição triangular é bastante conveniente quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis, já que é definida pelo nível médio mais provável ou moda (m) e por um nível mínimo (a) e um nível máximo (b), assumidos pela variável x, além do fato de:

$$\text{Prob} (a \leq x \leq b) = 1$$

A FIGURA 1 representa graficamente uma distribuição de probabilidade triangular hipotética.

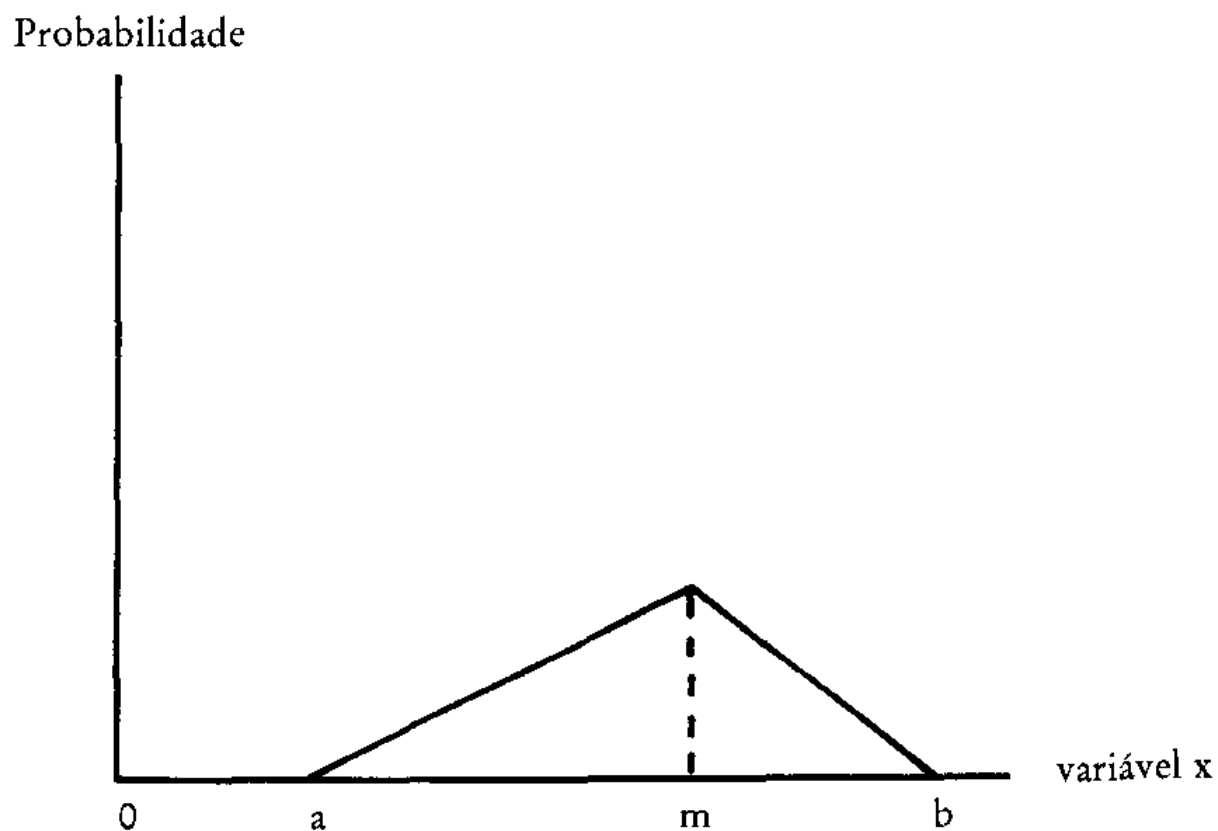


FIGURA 1 — Distribuição de probabilidade triangular (hipotética).

Para o investimento admitiu-se que o valor mais provável (m) poderia sofrer uma variação, em termos reais, de 10% para baixo e de 5% para cima. Neste caso, considerou-se:

$$a = 0,90m$$

$$b = 1,05m$$

Para o preço do kg/frango vivo, considerou-se que o preço original (m) poderia oscilar, em termos reais, de 15% para baixo e de 5% para cima, resultando em:

$$a = 0,85m$$

$$b = 1,05m$$

Embora a variável outras despesas seja bastante agregada, achou-se razoável admitir uma pequena oscilação, definindo-se:

$$a = 0,97m$$

$$b = 1,08m$$

ou seja, os gastos mais prováveis (m) com este item podem cair em 3% ou aumentar em 8%, no máximo.

As distribuições de probabilidades dos ganhos de peso (kg/frango vivo) e dos valores monetários das rações consumidas foram determinadas semanalmente, através da técnica de dados esparsos. Esta técnica, segundo ANDERSON et alii (1977) e PESSOA et alii (1986), baseia-se na regra de Schlaiffer e consiste em se ajustar manualmente uma curva de probabilidade acumulada aos pontos obtidos. Por exemplo, se uma amostra de N observações é ordenada, em ordem crescente, a observação de ordem K é uma medida razoável do fractil de ordem $K/N + 1$ da distribuição acumulada. Assim sendo, obtendo-se dois, cinco, três e sete como os dados de uma determinada variável, os valores dois, três, cinco e sete são estimativas razoáveis dos fracteis de probabilidade acumulada 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8, respectivamente.

Os dados utilizados na determinação das distribuições de probabilidades, através da técnica de dados esparsos, basearam-se nas cinco repetições de cada tratamento, onde foram contabilizados, semanalmente, os ganhos de peso e o valor monetário das rações consumidas.

Com a finalidade de identificar as tecnologias mais eficientes, em condições de renda e risco, utilizou-se o critério de HANNOCH & LEVY (1970), que se baseia nos axiomas de Bernoulli e no Teorema da Utilidade Esperada, com as seguintes hipóteses:

- a) a função de utilidade do tomador de decisão é quadrática;
- b) a função de distribuição de probabilidade dos retornos é simétrica.

A função de utilidade quadrática pode ser expressa por:

$$(2) M(x) = a + b + cx^2, \text{ onde:}$$

x representa o retorno ou rentabilidade esperada das alternativas tecnológicas sob consideração.

Presumindo utilidade marginal positiva, tem-se:

$$(3) M'(x) = b + 2cx > 0$$

Supondo aversão ao risco por parte do tomador de decisão, resulta em:

$$(4) M''(x) = 2c < 0$$

As funções (3) e (4) implicam que x é limitado no intervalo $x < K$, onde $K = -b/2c > 0$.

Sendo, então, a função de utilidade representada por:

$$(5) M(x) = 2Kx - x^2 \quad (K > 0; x < K).$$

Segundo CRUZ (1979), para se compararem duas distribuições simétricas, Hannock e Levy desenvolveram o seguinte critério de decisão.

Entre duas tecnologias x_1 e x_2 , em confronto, sendo o indicador de rentabilidade da tecnologia x_2 maior que o da tecnologia x_1 [$E(x_2) > E(x_1)$] calcula-se o valor D:

$$(6) D = 2 [E(x_2) - E(x_1)] \sqrt{V(x_2)} + [E(x_2) - E(x_1)]^2 - [V(x_2) - V(x_1)],$$

onde:

$E(x_2)$ = rentabilidade (TIR) esperada da alternativa x_2 .

$E(x_1)$ = rentabilidade (TIR) esperada da alternativa x_1 .

$V(x_2)$ = variância na rentabilidade (TIR) da alternativa x_2 .

$V(x_1)$ = variância na rentabilidade (TIR) da alternativa x_1 .

Neste caso, haverá dominância de x_2 sobre x_1 se $D > 0$, por outro lado não fica estabelecido dominância entre elas se $D < 0$.

3. RESULTADOS

A viabilidade econômica, com e sem simulação, das tecnologias testadas encontra-se exposta nas TABELAS 1 a 13.

As TIR's calculadas na TABELA 1, pressupondo que as decisões são tomadas com base em eventos de conhecimento perfeito, não apresentaram grandes diferenças, sendo todas superiores às taxas reais de remuneração (6% a.a.) oferecidas pelos investimentos isentos de risco, representados aqui, pelas cadernetas de poupança.

Após a geração, ao acaso, de 250 valores de TIR's para cada tecnologia, ficou evidenciado que se prevalecerem as condições de risco descritas, as alternativas de investimento, representadas pelas tecnologias, dificilmente superariam os valores das TIR's sem a presença de risco.

As maiores e menores TIR's, sem simulação, foram obtidas pelas tecnologias A₃ e D₃ (TABELA 1). Por outro lado, verifica-se, nas TABELAS 4 e 13, que são de 68% e 66% as probabilidades de ocorrência de TIR's inferiores aos valores originais (16,20% e 12,67%).

Confrontando-se as TIR's em condições de risco, com a taxa real de remuneração oferecida pelas cadernetas de poupança, constatou-se que as tecnologias A₁, A₂, A₃, B₁, B₂, B₃, C₁, C₂, C₃, D₁, D₂ e D₃ apresentaram, respectivamente, probabilidades de 3,6%, 1,2%, 1,6%, 0,8%, 4,8%, 6,4%, 0,0%, 0,0%, 2,8%, 4,8%, 3,6% e 15,6% de ocorrência de TIR's inferiores a este tipo de investimento. Por outro lado, são extremamente altas as probabilidades (75,5%; 85,2%; 90%; 81,6%; 76,4%; 80,8%; 84,4%; 90,8%; 74,4%; 75,2% e 62%) das tecnologias testadas (A₁, A₂, A₃, B₁, B₂, B₃, C₁, C₂, C₃, D₁, D₂ e D₃) apresentarem rentabilidade superior à exigida pelo Banco Mundial (TIR = 10%).

Com a aplicação do critério de Hannoch e Levy (TABELA 14) ficou evidenciada, sob a ótica de renda e risco, a superioridade da tecnologia A₃ sobre as demais.

TABELA 1
Taxas Internas de Retorno (TIR's), sem Simulação,
para as Tecnologias em Estudo

Alternativas Tecnológicas											
	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₃
TIR (%)	14,04	15,88	16,20	14,40	14,57	14,53	14,23	15,27	14,70	13,04	12,67

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 2
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia A₁

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 2	0	0	0,000	0,000
2 — 3	1	1	0,004	0,004
3 — 4	1	2	0,004	0,008
4 — 5	2	4	0,008	0,016
5 — 6	5	9	0,020	0,036
6 — 7	5	14	0,020	0,056
7 — 8	12	26	0,048	0,104
8 — 9	17	43	0,068	0,172
9 — 10	18	61	0,072	0,244
10 — 11	17	78	0,068	0,312
11 — 12	26	104	0,104	0,416
12 — 13	28	132	0,112	0,528
13 — 14	33	165	0,132	0,660
14 — 15	17	182	0,068	0,728
15 — 16	24	206	0,096	0,824
16 — 17	17	223	0,068	0,892
17 — 18	9	232	0,036	0,928
18 — 19	7	239	0,028	0,956
19 — 20	5	244	0,020	0,976
20 — 21	4	248	0,016	0,992
21 — 22	1	249	0,004	0,996
22 — 23	1	250	0,004	1,000
23 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 3
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia A₂

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 3	0	0	0,000	0,000
3 — 4	1	1	0,004	0,004
4 — 5	2	3	0,008	0,012
5 — 6	0	3	0,000	0,012
6 — 7	5	8	0,020	0,032
7 — 8	2	10	0,008	0,040
8 — 9	7	17	0,028	0,068
9 — 10	20	37	0,080	0,148
10 — 11	17	54	0,068	0,216
11 — 12	16	70	0,064	0,280
12 — 13	20	90	0,080	0,360
13 — 14	20	110	0,080	0,440
14 — 15	20	130	0,080	0,520
15 — 16	31	161	0,124	0,644
16 — 17	19	180	0,076	0,720
17 — 18	29	209	0,116	0,836
18 — 19	18	227	0,072	0,908
19 — 20	8	235	0,032	0,940
20 — 21	9	244	0,036	0,976
22 — 22	3	247	0,012	0,988
22 — 23	2	249	0,008	0,996
23 — 24	1	250	0,004	1,000
24 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 4
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia A₃

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 2	0	0	0,000	0,000
2 — 3	2	2	0,008	0,008
3 — 4	0	2	0,000	0,008
4 — 5	1	3	0,004	0,001
5 — 6	1	4	0,004	0,016
6 — 7	5	9	0,020	0,036
7 — 8	4	13	0,016	0,052
8 — 9	6	19	0,024	0,076
9 — 10	6	25	0,024	0,100
10 — 11	12	37	0,048	0,148
11 — 12	13	50	0,052	0,200
12 — 13	20	70	0,080	0,280
13 — 14	27	97	0,108	0,388
14 — 15	24	121	0,096	0,484
15 — 16	24	145	0,096	0,580
16 — 17	27	172	0,108	0,688
17 — 18	13	185	0,052	0,740
18 — 19	28	213	0,112	0,852
19 — 20	9	222	0,036	0,888
20 — 21	13	235	0,048	0,940
21 — 22	10	245	0,036	0,980
22 — 23	5	250	0,016	1,000
23 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 5
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia B₁

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 5	0	0	0,000	0,000
5 — 6	2	2	0,008	0,008
6 — 7	4	6	0,016	0,024
7 — 8	7	13	0,028	0,052
8 — 9	15	28	0,060	0,112
9 — 10	18	46	0,072	0,184
10 — 11	15	61	0,060	0,244
11 — 12	21	82	0,084	0,328
12 — 13	29	111	0,116	0,444
13 — 14	34	145	0,136	0,580
14 — 15	32	177	0,128	0,708
15 — 16	31	208	0,124	0,832
16 — 17	17	225	0,068	0,900
17 — 18	14	239	0,056	0,956
18 — 19	7	246	0,028	0,984
19 — 20	3	249	0,012	0,996
20 — 21	1	250	0,004	1,000
21 — 220	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 6
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia B₂

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 2	0	0	0,000	0,000
2 — 3	2	2	0,008	0,008
3 — 4	3	5	0,012	0,020
4 — 5	5	10	0,020	0,040
5 — 6	2	12	0,008	0,048
6 — 7	3	15	0,012	0,060
7 — 8	10	25	0,040	0,100
8 — 9	19	44	0,076	0,176
9 — 10	15	59	0,060	0,236
10 — 11	20	79	0,080	0,316
11 — 12	21	100	0,084	0,400
12 — 13	28	128	0,112	0,512
13 — 14	22	150	0,088	0,600
14 — 15	20	170	0,080	0,680
15 — 16	29	199	0,116	0,796
16 — 17	15	214	0,060	0,856
17 — 18	18	232	0,072	0,926
18 — 19	10	242	0,040	0,968
19 — 20	4	246	0,016	0,984
20 — 21	2	248	0,008	0,992
21 — 22	2	250	0,008	1,000
22 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 7
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia B₃

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 1	0	0	0,000	0,000
1 — 2	1	1	0,004	0,004
2 — 3	1	2	0,004	0,008
3 — 4	2	4	0,008	0,016
4 — 5	6	10	0,024	0,040
5 — 6	6	16	0,024	0,064
6 — 7	2	18	0,008	0,072
7 — 8	8	26	0,032	0,104
8 — 9	11	37	0,044	0,148
9 — 10	11	48	0,044	0,192
10 — 11	26	74	0,104	0,296
11 — 12	14	88	0,056	0,352
12 — 13	25	113	0,100	0,452
13 — 14	19	132	0,076	0,528
14 — 15	25	157	0,100	0,628
15 — 16	24	181	0,096	0,724
16 — 17	18	199	0,072	0,796
17 — 18	9	208	0,036	0,832
18 — 19	21	229	0,084	0,916
19 — 20	10	239	0,040	0,956
20 — 21	6	245	0,024	0,980
21 — 22	4	249	0,016	0,996
22 — 23	1	250	0,004	1,000
23 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 8
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia C₁

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 6	0	0	0,000	0,000
6 — 7	2	2	0,008	0,008
7 — 8	9	11	0,036	0,044
8 — 9	14	25	0,056	0,100
9 — 10	14	29	0,056	0,156
10 — 11	21	60	0,084	0,240
11 — 12	26	86	0,104	0,344
12 — 13	31	117	0,124	0,468
13 — 14	50	167	0,200	0,668
14 — 15	30	197	0,120	0,788
15 — 16	27	224	0,108	0,896
16 — 17	18	242	0,072	0,968
17 — 18	5	247	0,020	0,988
18 — 19	2	249	0,008	0,996
19 — 20	0	249	0,000	0,996
20 — 21	1	250	0,004	1,000
21 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 9
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia C₂

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 6	0	0	0,000	0,000
6 — 7	1	1	0,004	0,004
7 — 8	3	4	0,012	0,016
8 — 9	9	13	0,036	0,052
9 — 10	10	23	0,040	0,092
10 — 11	16	39	0,064	0,152
11 — 12	30	69	0,120	0,276
12 — 13	34	103	0,136	0,412
13 — 14	37	140	0,148	0,560
14 — 15	34	174	0,136	0,696
15 — 16	19	193	0,076	0,772
16 — 17	25	218	0,100	0,872
17 — 18	13	231	0,052	0,924
18 — 19	11	242	0,044	0,968
19 — 20	3	245	0,012	0,980
20 — 21	3	248	0,012	0,992
21 — 22	1	249	0,004	0,996
22 — 23	1	250	0,004	1,000
23 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 10
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia C₃

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 3	0	0	0,000	0,000
3 — 4	1	1	0,004	0,004
4 — 5	2	3	0,008	0,012
5 — 6	4	7	0,016	0,028
6 — 7	4	11	0,016	0,044
7 — 8	3	14	0,012	0,056
8 — 9	8	22	0,032	0,088
9 — 10	16	38	0,064	0,152
10 — 11	22	60	0,088	0,240
11 — 12	19	79	0,076	0,316
12 — 13	33	112	0,132	0,448
13 — 14	32	144	0,128	0,576
14 — 15	33	177	0,132	0,708
15 — 16	27	204	0,108	0,816
16 — 17	16	220	0,064	0,880
17 — 18	9	229	0,036	0,916
18 — 19	16	245	0,064	0,980
19 — 20	4	249	0,016	0,996
20 — 21	1	250	0,004	1,000
21 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 11
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia D₁

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 2	0	0	0,000	0,000
2 — 3	1	1	0,004	0,004
3 — 4	3	4	0,012	0,016
4 — 5	4	8	0,016	0,032
5 — 6	4	12	0,016	0,048
6 — 7	11	23	0,044	0,092
7 — 8	7	30	0,028	0,120
8 — 9	17	47	0,068	0,188
9 — 10	17	64	0,068	0,256
10 — 11	24	88	0,096	0,352
11 — 12	29	117	0,116	0,468
12 — 13	35	152	0,140	0,608
13 — 14	38	190	0,152	0,760
14 — 15	32	222	0,128	0,888
15 — 16	15	237	0,060	0,948
16 — 17	10	247	0,040	0,988
17 — 18	1	248	0,004	0,992
18 — 19	2	250	0,008	1,000
19 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 12
Distribuição de Frequência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia D₂

TIR (%)	Frequência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 2	0	0	0,000	0,000
2 — 3	2	2	0,008	0,008
3 — 4	1	3	0,004	0,012
4 — 5	2	5	0,008	0,020
5 — 6	4	9	0,016	0,036
6 — 7	9	18	0,036	0,072
7 — 8	6	24	0,024	0,096
8 — 9	15	39	0,060	0,156
9 — 10	23	62	0,092	0,248
10 — 11	22	84	0,088	0,336
11 — 12	16	100	0,064	0,400
12 — 13	36	136	0,144	0,544
13 — 14	28	164	0,112	0,656
14 — 15	24	188	0,096	0,752
15 — 16	24	212	0,096	0,848
16 — 17	20	232	0,080	0,928
17 — 18	9	241	0,036	0,964
18 — 19	6	247	0,024	0,988
19 — 20	0	247	0,000	0,988
20 — 21	3	250	0,012	1,000
21 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 13
Distribuição de Freqüência das Taxas Internas de
Retorno (TIR's) Simuladas
Tecnologia D₃

TIR (%)	Freqüência			
	Absoluta		Relativa (Probabilidade)	
	Simples	Acumulada	Simples	Acumulada
0 — 1	0	0	0,000	0,000
1 — 2	6	6	0,024	0,024
2 — 3	7	13	0,028	0,052
3 — 4	7	20	0,028	0,080
4 — 5	8	28	0,032	0,112
5 — 6	11	39	0,044	0,156
6 — 7	10	49	0,040	0,196
7 — 8	14	63	0,056	0,252
8 — 9	19	82	0,076	0,328
9 — 10	13	95	0,052	0,380
10 — 11	21	116	0,084	0,464
11 — 12	24	140	0,096	0,560
12 — 13	27	167	0,108	0,668
13 — 14	24	191	0,096	0,764
14 — 15	17	208	0,068	0,832
15 — 16	21	229	0,084	0,916
16 — 17	10	239	0,040	0,956
17 — 18	8	247	0,032	0,988
18 — 19	3	250	0,012	1,000
19 — 200	0	250	0,000	1,000

FONTE: Dados da Pesquisa.

TABELA 14
Dominância das Alternativas Tecnológicas Comparadas,
Duas a Duas, segundo o Critério de Hannonch e Levy

		Alternativas Tecnológicas (AT)											
2º AT		A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃
1º AT													
A ₁	—	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	1
A ₂	1	—	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
A ₃	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B ₁	1	0	0	—	1	2	2	0	2	2	1	1	1
B ₂	2	0	0	0	—	0	0	0	0	0	1	2	1
B ₃	1	0	0	2	1	—	2	0	0	0	1	1	1
C ₁	1	0	0	2	1	2	—	0	2	2	1	1	1
C ₂	1	2	0	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
C ₃	1	0	0	2	1	1	2	0	—	1	1	1	1
D ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	1
D ₂	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	—	1
D ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

FONTE: TABELAS 2 a 13.

OBS.: A leitura deverá ser feita no sentido horizontal, sendo que 0 significa que a primeira alternativa foi dominada pela segunda; 1 significa que a primeira alternativa domina a segunda; 2 significa dupla eficiência, ou seja, nenhuma das duas alternativas é inferior, sob condições de risco.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

- a) as taxas internas de retorno (TIR's), com e sem simulação, credenciam a avicultura de corte no Nordeste do Brasil, como uma excelente oportunidade de investimento;
- b) as taxas internas de retorno (TIR's) calculadas para as tecnologias, com e sem a incorporação de risco, apresentaram maior atratividade econômica do que as aplicações em cadernetas de poupança;
- c) foram extremamente baixas as probabilidades de as tecnologias apresentarem taxas internas de retorno (TIR's) inferiores à remuneração real oferecida pelas cadernetas de poupança;
- d) foram elevadas as probabilidades de serem obtidas taxas de rentabilidade superiores às exigidas pelo Banco Mundial;
- e) os investimentos na avicultura de corte tornam-se arriscados, quando o empresário deseja taxas internas de retorno (TIR's) superiores às obtidas sob a pressuposição de que a tomada de decisão se baseia em eventos de conhecimento perfeito;
- f) com a aplicação do critério de Hannoch e Levy, selecionou-se a tecnologia A₃ (oito aves/m² em 52 dias) como a mais eficiente, quando o objetivo do avicultor é maximizar a renda e minimizar o risco da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, J. R.; DILLON, J. L. & HARDAKER, J. B. **Agricultural decision analysis**. Ames, Iowa State University Press, 1977, 344p.
2. BARROSO, N. A.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de & SILVA, A. V. Análise econômica do ponto ótimo de abate de frangos. **Bol. de Informação Agropecuária**, Fortaleza, BNB, 69(04):3-8, 1969.
3. BEZERRA DE MENEZES, F. A.; PAULA PESSOA, P. F. A. de & MULATO, R. E. **Determinação da idade ótima para abate de frangos de corte no Nordeste do Brasil, submetidos a diferentes densidades populacionais**. Fortaleza, EPACE, 1987 (Relatório de Pesquisa, não-publicado).
4. CRUZ, E. R. da. **On the determination of priorities for agricultural research under risk**. Wye College, University of London, 1979. (Ph.D Thesis).
5. HANNOCH, G. & LEVY, H. Efficient portfolio selection with quadratic and cubic utility. **Journal of Business**, 43(2):181-89, 1970.
6. HERTZ, D. B. Risk analysis in capital expenditure decisions. **Harvard Business Review**, 42(1):95-106, 1964.
7. MENEZES, J. L. **Eficiência econômica do uso de rações comerciais e determinação da idade ótima para abate de aves de corte em Fortaleza, Ceará, 1973**. Fortaleza, U.F.C., 1974, 70p. (Tese Ms).
8. NEVES, E. M. **Análise econômica do investimento em condições de risco na cultura da borracha**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1984. 171p. (Tese de Livre-Docência).
9. NORONHA, J. F. de. **O Sistema de avaliação econômica de projetos agropecuários na política brasileira de crédito rural**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1982. 120p. (Tese de Livre-Docência).
10. PAULA PESSOA, P. F. A. de; BISERRA, J. V. & SILVA, L. A. da. **Análise comparativa de cultivares de alho através da dominância estocástica**. XXIV Congresso da Soc. Bras. de Economia e Sociologia Rural — SOBER, 1986.

11. POULIQUEN, L. Y. **Risk analysis in project appraisal** — Baltimore, Johns Hopkins Press, 1970.
12. SÁ, J. M. de. **Análise econômica da engorda de bovinos de corte sob confinamento em Goiás**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 109p. (Tese Ms).
13. SHIROTA, R.; SILVA, R. D. de M.; LIMA, R. A. de S. & NEVES, E. M. A Técnica de simulação aplicada à avaliação econômica de matriz de duas linhagens de frango de corte. **Rev. Econ. Rural**, Brasília, 25(1):75-88, jan./mar. 1987.
14. VAN HORNE, J. **Financial management and policy**. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, 1971, 581p.

Abstract: This study had as the main objective to evaluate and select poultry technologies for Northeast Brazil, under conditions of income and risk. In order to get that, simulated internal rates of returns were calculated using the Monte Carlo process; afterwards, Hannoch e Levy method was utilized on the selection of the technological alternatives. The A_3 technology (8 avian/m² during 52 days) was identified as the most efficient, when the objective of the poultry raiser is to maximize the income and minimize the risks of the activity.

