

14.678



O SISTEMA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS
AGROPECUÁRIOS NA POLÍTICA BRASILEIRA
DE CRÉDITO RURAL

332.31
N749s
TES
1982

IEA
TES



043336

4.678

O SISTEMA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS
NA POLÍTICA BRASILEIRA DE CRÉDITO RURAL

JOSÉ FERREIRA DE NORONHA



Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Livre-Docente.

USP/ESALQ
Departamento de Economia e Sociologia Rural
BIBLIOTECA

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Abril de 1982

AQUISIÇÃO	DATA
ORIGEM	cod 34494
VALOR	
REGISTRO	43326
Nº DE CHAMADA	IEA
3931	
N 799	IES

À memória de minhas
irmãs Eni e Arminda.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com o apoio financeiro da Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz" (FEALQ), com as facilidades de computação do Departamento de Matemática da ESALQ / USP, com os dados fornecidos pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria da Agricultura de São Paulo e com as facilidades de trabalho do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ / USP.

Sou imensamente grato a todas as pessoas que, pertencendo a essas instituições, seja como dirigentes, seja como funcionários ou alunos, me ofereceram seu apoio durante a realização desta pesquisa. Sou especialmente grato às seguintes pessoas: Dr. Aristeu Mendes Peixoto, Diretor da ESALQ/USP; Drs. Paulo Fernando Cidade de Araujo e Joaquim José de Camargo Engler, Presidente e Diretor da FEALQ, respectivamente; Dr. Rodolfo Hoffmann, Chefe do DESR da ESALQ; Dr. Humberto de Campos, Chefe do Departamento de Matemática da ESALQ; Drs. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, Fernando Curi Peres, Cicely Moitinho do Amaral e Dra. Zilda Paes de Barros, colegas do DESR/ESALQ que ofereceram valiosas sugestões sobre o trabalho; Drs. Adibe Jorge Roston e Walter Marques Pereira, e a Secretária D. Vitória Ravara, da CATI; Engenheiros Agrônomos Ricardo Shirota e Adriano J.B.V. Azevedo Filho, que desenvolveram os programas de computação; Homero Fonseca Filho, Ivan Alves de Castro, Grasiela e Noemi, estudantes da ESALQ e estagiários do

DESR; Antonio José Leite Ferraz, datilógrafo e Pedro Scardua (ESALQ), que cuidaram da edição do trabalho.

À minha esposa e aos meus filhos, os mais sinceros agradecimentos pela paciência com que adiaram momentos de lazer por causa desta pesquisa.

Apesar de todo o apoio recebido e inúmeras sugestões aceitas, as falhas e omissões que ainda persistem no trabalho continuam sendo de minha exclusiva responsabilidade.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1. Apresentação do problema	4
1.2. Origem dos projetos agropecuários no Brasil	7
1.3. Hipóteses de trabalho	15
1.4. Objetivos e organização da pesquisa	17
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA	18
2.1. Introdução	18
2.2. Conceituação	20
2.3. Decisões de investimento na organização da empresa	25
2.4. Modelo teórico de avaliação econômica de projetos de investimento	31
2.4.1. Inflação	37
2.4.2. Taxa de desconto	42
2.4.3. Análise de riscos	47
2.4.3.1. Simulação estocástica (Mon te Carlo)	50

	Página
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTO	53
3.1. Fonte dos dados	53
3.2. Processamento e método de análise	56
3.2.1. Análise descritiva	56
3.2.2. Indicadores de escolha alternativos	56
3.2.3. Análise de riscos	59
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4.1. Características do caso em estudo	66
4.2. Método de avaliação de projetos agropecuá- rios usados no Brasil atualmente	70
4.3. Reavaliação dos projetos usando a taxa in- terna de retorno e o valor presente	82
4.3.1. Taxa mínima de atratividade	83
4.3.2. Taxa interna de retorno	84
CAPÍTULO 5 - RESUMO E CONCLUSÕES	92
BIBLIOGRAFIA CITADA	99
APÊNDICE	107

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
01	Situação das Propostas de Financiamento do PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/1979	55
02	Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo o Tipo de Pecuária. Estado de São Paulo, 1978/79	66
03	Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo Classes de Tamanho do Rebanho (em Unidades Animal) Após Estabilização. Estado de São Paulo, 1978/79	67
04	Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Taxa de Juros Paga nos Financiamentos. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	69
05	Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Razão Patrimônio Líquido / Passivo Total, <u>Sem</u> e <u>Com</u> o Financiamento. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	70

QUADRO

Página

06	Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Relação entre o Valor do Financiamento (F) e o Valor da Garantia (G) Oferecida para Obtê-lo. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79 ...	73
07	Fluxo de Caixa e Capacidade de Pagamento (Esquema de Cálculo)	76
08	Distribuição de Frequência das Empresas Segundo o Custo do Capital e o Juro do Crédito Rural. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	84
09	Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo a Taxa Interna de Retorno. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	85
10	Número e Proporção de Projetos Aprovados e Rejeitados na Reavaliação Econômica. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	87
11	Distribuição de Frequência das Taxas Internas de Retorno Simuladas de Um Projeto de Pecuária de Corte. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79	90

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Representação dos Fluxos de Caixa de um Projeto Hipotético de Horizonte igual a n -anos	32
2	Representação gráfica da função VP destacando o valor ρ^* que torna $VP = 0$	34
3	Distribuição de Probabilidade Triangular (hipotética)	60

O SISTEMA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS
NA POLÍTICA BRASILEIRA DE CRÉDITO RURAL

José Ferreira de Noronha

R E S U M O

Desde sua criação em 1965, a política de crédito rural subsidiado, via taxa de juros real negativa, tem exigido a apresentação, pelos fazendeiros, de projetos agropecuários para concessão de financiamento. O principal objetivo do projeto é induzir o empresário rural a usar modernas técnicas de produção e comercialização de seus produtos.

O papel da avaliação econômica desses projetos é complementar as informações técnicas usadas em sua elaboração, auxiliando o empresário na seleção de alternativas rentáveis de investimento. Desta forma seriam assegurados os objetivos da política de crédito e dos empresários rurais, simultaneamente.

No entanto, o que tem sido verificado é que grande parte do crédito rural não está sendo aplicada nas atividades a que foram destinados. Fenômeno este conhecido hoje como "desvio" de crédito rural.

Esta pesquisa mostra que a avaliação econômica dos projetos agropecuários, nos moldes em que tem sido feita,

atende apenas parcialmente os objetivos dos empresários rurais, deixando de detectar uma porcentagem substancial de projetos de rentabilidade muito abaixo do mínimo aceitável. Consequentemente, era de se esperar que houvesse "desvio" de crédito, a menos que se rejeite a hipótese de racionalidade econômica dos agricultores.

Os resultados desta pesquisa mostraram que mais de 20% (podendo chegar facilmente a mais de 30%) dos projetos aprovados pelo atual sistema de avaliação, teriam sido rejeitados, se tivessem sido avaliados usando-se as técnicas de valor presente e taxa interna de retorno. Ou seja, a eficiência dos projetos agropecuários, como instrumento de política de crédito, pode ser aumentada substancialmente através do uso das técnicas de avaliação econômica que considerem, na decisão, o custo de oportunidade do capital para a empresa. Esta conclusão torna-se ainda mais importante na medida em que a retirada gradual do subsídio, nos últimos anos, aumenta o custo do capital externo para o empresário rural.

Utilizando o método de Monte Carlo, na análise de riscos, foi mostrado que a TIR é bastante sensível a variações na taxa de natalidade, preços dos animais vendidos e custos operacionais em pecuária de corte.

THE SYSTEM OF AGRICULTURAL PROJECTS ECONOMIC APPRAISAL
AS PART OF THE BRAZILIAN RURAL CREDIT POLICY

José Ferreira de Noronha

S U M M A R Y

Since 1965, the subsidized rural credit in Brazil, via negative real interest rates, has required the elaboration of agricultural projects, by farmers, as a condition for credit concession. The main objective of this requirement is to induce farmers to use modern technology.

The role of economic appraisal of these projects is to complement the technical information, in order to help the farmers to decide whether the investment decision is or is not a profitable one. If it is a profitable investment then both the farmer and the credit policy objectives would be attained simultaneously.

However, several studies have shown that a large proportion of rural credit has been allocated to enterprises different from those to which they were supposed to be allocated. This has been referred to as "rural credit missallocation".

The objective of this research is to show that current economic analysis of agricultural projects in Brazil

has failed to elect profitable investments, because the criteria used to evaluate the projects does not consider the time value of money. Therefore, the analysis does not take into account the cost of money to the farmer. Hence, the farmer's decision to allocate credit funds to other enterprises, either in or off the farm business, is consistent with his economic behavior.

The results of this research show that at least 20% of the project approved by the current appraisal system would have been rejected (and perhaps minimized the "credit missallocation problems" if the internal rate of return method has been used as the decision variable in project evaluation. That is to say, the efficiency of the system of agricultural project economic appraisal, as a credit policy tool, can be substantially increased by the use of modern methods of economic analysis of projects. Even when part of the firms capital is subsidized, the selection of profitable alternatives has to consider the opportunity cost of capital.

The Monte Carlo simulation method, used in the risk analysis, showed that the internal rate of return is very sensitive to variations in the birth rate, product prices and operational costs of beef cattle production.

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

Desde a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural no Brasil (Lei nº 4.829) em 1965, o acesso ao crédito oficial, por parte dos fazendeiros, segue, em linhas gerais, a seguinte tramitação:

a) o agricultor (mutuário) procura o agente financeiro e preenche uma carta-proposta pleiteando financiamento para atividades econômicas específicas de sua empresa;

b) o agente financeiro julga a proposta com base na ficha cadastral atualizada e nas garantias oferecidas pelo proponente;

c) quando a carta-proposta é aprovada, o agente financeiro solicita um documento formal contendo maiores detalhes técnicos e administrativos da empresa. Este documento normalmente segue um roteiro pré-estabelecido pelo agente financeiro ou pela entidade responsável por sua elaboração e avaliação técnica. São responsáveis pela elaboração, avaliação e assis

tência técnica das atividades, todas as entidades que fazem parte do Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (SIBRATER);

d) o agricultor contrata, então, uma das entidades do SIBRATER para elaborar, com base nas informações oferecidas pelo empresário (agricultor) o documento que descreve, em detalhes, a tecnologia a ser usada na atividade, orçamentos proforma para o horizonte de planejamento considerado, a capacidade de pagamento da empresa, valor e condições de financiamento (calculados em função da capacidade de pagamento da empresa) e avaliação econômica;

e) esta proposta formal (ítem d) elaborada e aprovada sob os aspectos técnicos e econômicos, é novamente submetida ao agente financeiro para financiamento. Este, por sua vez, tem o direito de recusar qualquer proposta, desde que justifique a decisão.

Cabe ao Banco Central estabelecer as condições que regem cada linha de crédito rural. Estas normas são publicadas no Manual de Crédito Rural (MCR) para orientação dos interessados. No MCR os financiamentos são classificados em três categorias: custeio, investimento e comercialização. Portanto, as propostas de financiamento, na prática, são apresentadas na forma de orçamento de receitas e despesas mais ou menos detalhadas, dependendo da complexidade da atividade econômica envolvida e abrange as três categorias de financiamento.

Como, em geral, as atividades contempladas pelos financiamentos são de média e longa duração, isto é, duram mais de uma safra, então estas propostas formais de financiamento tem sido chamadas de "projetos agropecuários" ou simplesmente "projetos".

Do ponto de vista teórico é importante distinguir entre: alternativas de investimento, projeto de investimento e projetos agropecuários.

Alternativas (ou opções) de investimento são todas as oportunidades de aplicação de recursos financeiros tanto em bens de capital como no mercado financeiro.

Projeto de investimento é um dos tipos de alternativa de investimento. Caracteriza-se pela aplicação de recursos financeiros na compra de bens de capital cuja duração (na produção de outros bens) ultrapassa um período produtivo. Os projetos de investimento são, portanto, um sub-conjunto das alternativas ou opções de investimento da empresa.

Projetos agropecuários (assim como os projetos públicos industriais) são denominações usadas para caracterizar os projetos de investimento que passam por uma análise e avaliação quantitativa que normalmente se materializa na forma de um documento escrito. A maior parte dos projetos de investimento na agricultura, por exemplo, jamais se apresentam como "projetos agropecuários". Estes se caracterizam, sobretudo, pelo método formal de análise (e não pela forma escrita em que

aparecem) que torna possível sua avaliação por diferentes entidades públicas e privadas.

Portanto, os projetos agropecuários estudados nesta pesquisa são apenas um sub-conjunto dos projetos de investimento efetivamente avaliados (ainda que de modo informal) e implantados pelos empresários rurais. É neste sentido que a palavra "projeto" ou a expressão "projetos agropecuários", será usada na maior parte deste trabalho. No segundo capítulo, porém, será usado o conceito teórico de projeto de investimento no contexto das decisões alocativas da empresa.

1.1. Apresentação do problema

Como instrumento de política de crédito rural no Brasil os projetos agropecuários têm sido usados com duplo objetivo: sistematizar a aplicação dos recursos financeiros destinados ao setor agrícola e introduzir modernas técnicas de produção agropecuária.

Os pressupostos básicos desta política parecem ter sido: (a) que existia certo acervo tecnológico disponível mas não adotado pelos agricultores, constituído principalmente por insumos modernos e novas técnicas de produção; (b) que esses insumos e técnicas modernas não eram adotados devido as restrições orçamentárias das empresas rurais; (c) a exigência dos projetos agropecuários, incluindo a assistência técnica na

fase de implantação, tornaria viável a transferência de técnicas modernas para o setor e (d) os projetos teriam, também, o objetivo de racionar a quantidade limitada de crédito entre os agricultores, uma vez que seriam aprovados os mais rentáveis em primeiro lugar.

Vários estudos tem sido feitos no sentido de avaliar os efeitos desta política (3 , 16 , 34 , 45) . O ponto mais questionado tem sido a validade do subsídio via taxas de juros reais negativas. Alguns argumentam que o subsídio era necessário para compensar o setor agrícola, pelo menos parcialmente, pelos sacrifícios que lhe têm sido impostos através da sobrevalorização da taxa de câmbio, o controle de preços e outras formas de taxaço de diversos produtos agropecuários. Outros consideram que o subsídio, via taxa de juros, é um instrumento ineficaz, tanto neste sentido de efeito compensador dos encargos impostos, como no sentido mais direto de alocação eficiente dos recursos da economia. Há ainda os que argumentam, que uma parte substancial do subsídio de fato foi transferida para o setor industrial produtor dos insumos modernos utilizados na agricultura.

Outras conclusões importantes encontradas em todos os estudos que avaliaram a eficácia do programa, é que houve discriminação contra os pequenos agricultores e, além disto, apenas uma parte dos recursos efetivamente contratados foi usada diretamente na empresa. A outra parte foi destina-

da para outras atividades fora da empresa. Este montante desviado inclui capital próprio que foi substituído pelo crédito oficial.

Observa-se, por outro lado, que apesar de sua importância, nenhuma atenção foi dada aos projetos agropecuários, em termos de pesquisa.

Em nenhum momento se perguntou se estes projetos estavam servindo ao propósito de auxiliar o produtor na seleção de boas alternativas de investimento. Ou, dado que outras pesquisas mostravam "desvios" em relação ao que tinha sido previsto, seria lógico perguntar o que havia de errado com os projetos. Afinal este é o único instrumento da política de crédito que permite um acompanhamento do destino dos recursos empresa por empresa, via assistência técnica. Sabe-se, por exemplo, que mesmo projetos considerados excelentes sob todos os aspectos, até o momento da sua implantação, podem tornar-se indesejáveis por causa de má administração. Logo caberia estudar projetos efetivamente implantados para identificar problemas de administração dos projetos como forma de melhorar o sistema.

Mas, o problema mais frequentemente reconhecido é o da não-implantação ou implantação parcial de projetos aprovados - fenômeno conhecido como "desvio de crédito". Este aspecto, também, carece de pesquisa para identificar causas e mostrar soluções alternativas que tornem o sistema mais eficiente.

Nesta pesquisa pretende-se mostrar que, do modo como têm sido usados os projetos perdem quase toda sua força como instrumento de política de crédito rural. Ademais, pretende-se defender a tese de que, na ausência (ou decréscimo) do subsídio ao crédito a avaliação econômica dos projetos passa a ter importância fundamental tanto do ponto de vista dos empresários rurais como das instituições financeiras. Com a redução ou eliminação dos subsídios, via crédito, a empresa rural terá que escolher cuidadosamente as melhores alternativas de investimento sob pena de ter de arcar com os altos custos de decisões erradas. Por sua vez, não interessa às instituições financeiras aumentar seus custos de recuperação de empréstimos feitos aos mutuários inadimplentes.

1.2. Origem dos projetos agropecuários no Brasil

A finalidade desta seção é colocar em perspectiva a presença dos projetos agropecuários dentro da política de crédito e assistência técnica no Brasil. Isto é feito através de uma descrição da origem e evolução dos projetos até o ponto em que se encontram hoje.

De certa forma, a idéia de formalizar planos de aplicação de recursos de crédito, ainda que de forma rudimentar, teve origem com a criação da ACAR (Associação de Crédito e Extensão Rural) em Minas Gerais no ano de 1948. Cabia ao

serviço de extensão rural orientar as aplicações dos recursos de crédito. Com isto os primeiros orçamentos de custeio e investimento começaram a ser utilizados. Ressalte-se que nesta mesma época eram lançados os primeiros estudos de Administração Rural no Brasil com os trabalhos de BRANDÃO (11), cujos ensinamentos influenciaram nas técnicas de orçamentação usadas pela ACAR por muito tempo.

Foi na década de 60, no entanto, que o nível de preocupação com o destino dos recursos aplicados em investimentos públicos e com o planejamento econômico em geral nos países sub-desenvolvidos, ganhou maior ênfase. A criação do Sistema Nacional de Crédito Rural no Brasil, coincidiu com o aumento da preocupação de várias instituições internacionais com o treinamento de pessoal em avaliação de projetos integrados a programas e planos de desenvolvimento econômico.

A Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD), por exemplo, organizou cursos de treinamento em Portugal em 1965, 1966 e 1967 e na Turquia, em 1966 e 1967, mas, em todos eles o número de participantes dos vários países da Organização não ultrapassava 40. A duração era de 1 a 3 semanas e requeriam grande esforço da organização, (OECD (38)).

Em 1968 a OECD organizou em Atenas, Grécia, um seminário destinado a estudar a necessidade de treinamento de pessoal especializado na elaboração e avaliação de projetos de

investimento. A ênfase foi em projetos industriais, com alguma menção apenas aos projetos agrícolas. Os temas centrais do seminário foram: a) os critérios de decisão de investimento - focalizando já nesta época os aspectos econômicos e sociais da OECD, do empresário e das instituições financeiras envolvidas; b) a necessidade de conciliar os interesses em jogo e c) a necessidade de especialistas no assunto e, portanto, dos programas de treinamento, enfatizada pelos representantes de Portugal, Grécia, Espanha, Turquia e Iugoslávia. Sobre o item (c), ROSENFELD (43) disse, na ocasião: "A situação não é muito melhor nos demais países, mesmo naqueles que são mais adiantados neste aspecto, porque poucas universidades ou escolas superiores oferecem cursos regulares sobre assuntos relativos especificamente à preparação e avaliação dos projetos. É, sem dúvida, o atual curso anual do Banco Mundial que melhor satisfaz esta necessidade, mas cada país pode mandar apenas um número muito pequeno de participantes e, portanto, não pode usar este curso como meio de treinamento de todos os especialistas que necessita".

Na América Latina a influência maior foi do pensamento da CEPAL (Comissão das Nações Unidas para a América Latina) através dos cursos de treinamento. Nestes cursos usou-se, inicialmente, a tradução para o espanhol (e posteriormente para o português) do Manual de Projetos de Desenvolvimento Econômico das Nações Unidas publicado em 1958 (U.N.: 51). Sob

este tipo de influência e motivados pela necessidade de orientar a aplicação dos recursos criados pelo crédito rural, um grupo de técnicos ligados às áreas de sócio-economia, planejamento e crédito, criou em Campinas, São Paulo, em 1968, a Sociedade Brasileira de Engenheiros Agrônomos Planejadores. Esta sociedade teve duração muito curta, mas seus fundadores, simpatizantes e seguidores continuaram atuando na área de elaboração de projetos nas instituições de assistência técnica, carteiras de crédito rural dos agentes financeiros e firmas particulares que se multiplicaram rapidamente para atender a nova demanda por serviços técnicos que surgia na época.

Este fato serve para ilustrar a importância que o planejamento agropecuário adquiria perante a classe agrônômica brasileira.

Neste mesmo ano de 1968 inicia-se, também, o programa de desenvolvimento da pecuária de corte (CONDEPE), com financiamento do Banco Mundial com duração prevista de vinte anos. Este programa surge com um roteiro específico para elaboração dos projetos específicos para o setor pecuário, cujas influências perduram até hoje conforme será visto no capítulo 3.

A experiência brasileira sobre projetos para o setor agrícola era quase nula, sobretudo ao nível de empresa rural. A SUDENE já dispunha de roteiros para apresentação de projetos, devido aos incentivos fiscais destinados aos investimentos na área de sua influência. Mas a avaliação desses pro

jetos era feita, basicamente, visando os aspectos técnicos da produção e ocupação de mão-de-obra, sem maiores preocupações com sua rentabilidade, BACHA (5).

Na área acadêmica surgem os trabalhos de HOLANDA (29), BELCHIOR (9) no início dos anos 70, voltados para projetos industriais. BACHA et alii realizaram a primeira pesquisa destinada a "fazer uma resenha do sistema de avaliação de projetos no Brasil ... e divulgar técnicas de avaliação 'social' de projetos, que permitam aos órgãos avaliadores computar não só a rentabilidade privada mas também o que se pode denominar de rentabilidade econômica nacional dos projetos de investimento". A resenha do sistema incluía também os projetos agropecuários ligados aos órgãos de desenvolvimento regional tais como a SUDENE, SUDAN e IBDF. O levantamento da situação levou-os a concluir que as análises de mercado e de rentabilidade dos projetos eram muito precárias, sobretudo no caso dos projetos agropecuários, mas, os aspectos técnicos destes projetos eram "exaustivamente estudados".

Uma das explicações dadas pelos autores para a falta de uma análise econômica mais cuidadosa dos projetos era a tenra idade das instituições mencionadas e a falta, portanto, de pessoal treinado para esta finalidade. De fato, na época ainda estava sendo organizada e introduzida a elaboração e análise de projetos agropecuários como disciplina independente ou

ligada à de crédito rural^{1/}. Até então a preocupação com os projetos agropecuários se limitava a alguns estudiosos e a instituições específicas.

Com a finalidade de atender a demanda crescente nesta área, as escolas de agronomia criaram cursos de curta duração oferecidos para os técnicos do serviço de assistência técnica. Daí surgem os primeiros esforços (7 , 18 , 37) no sentido de organizar material didático específico para o setor agrícola^{2/}. Apesar de, na prática, os cursos terem se iniciado um pouco antes destas publicações, o número de técnicos treinados em avaliação econômica era insignificante, em relação às necessidades do mercado de trabalho.

Em 1974, os projetos agropecuários são mencionados explicitamente no II Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico que abrange o período 1975 - 79. Lê-se no II PND (40) que "através da ampla disseminação da empresa rural - pequena,

^{1/} A disciplina "Crédito Rural" foi incluída nos currículos de agronomia, como meio de caracterizar a formação de pessoal credenciado para trabalhar nesta área, logo após a criação do SNCR. Mas a elaboração e análise de projetos em geral faz parte da disciplina "Planejamento da Empresa", "Crédito Rural" ou "Administração Rural". Eram (e ainda são) raros os programas que tratam da "Elaboração, Análise e Avaliação de Projetos" como disciplina independente. Em Viçosa (UFV) e Piracicaba (ESALQ) esta disciplina foi introduzida no currículo de agronomia nos anos de 1972 e 1974, respectivamente.

^{2/} A preocupação com a avaliação social, nascida no início dos anos 70 deu origem, também como fruto dos cursos das escolas de economia e treinamento em serviço, aos trabalhos recentes de CONTADOR (15) e MOLDAU (35).

média e grande - principalmente pelo apoio financeiro e fiscal do Governo, melhor se equacionarão problemas como o de induzir ao uso de projetos, de levar em conta os cálculos de rentabilidade e os estímulos de preços de empregar mais moderna tecnologia, considerando a relação entre preços de insumos e produto". (O grifo foi acrescentado). A implementação da política de crédito subsidiado ficou a cargo do Banco Central através de resoluções específicas. E a obrigatoriedade da avaliação de projetos reaparece novamente, por exemplo, na Resolução nº 580 de 29.11.79 diz que:

"O controle do Sistema Nacional de Crédito Rural, sob todas as formas, é atribuição do Banco Central, ao qual compete, principalmente, por intermédio do Departamento de Crédito Rural: ... b) analisar as propostas de operações, em seus múltiplos aspectos (valores, prazos, beneficiários, garantias, formalizações, etc) inclusive quanto à viabilidade econômica dos empreendimentos mediante exame da correlação benefício / custo; ... c) avaliar a necessidade de ser prestada assistência técnica a nível de empresa aos postulantes de crédito; ... II) analisar a natureza do empreendimento e os riscos da atividade a financiar". (O grifo foi acrescentado).

Nesta mesma resolução o Manual de Crédito Rural estabelece que dos projetos devem constar, entre outros itens:

"a) estimativa da capacidade de pagamento e cronograma de reembolso;

b) caracterização e avaliação dos bens oferecidos em garantia;

c) estudo da correlação custo / benefício ou da taxa interna de retorno;"

Na Circular nº 521 de 18.04.80 o Manual de Crédito Rural volta a enfatizar que:

"É indispensável que as instituições financeiras, ao analisarem as propostas de financiamento, avaliem criteriosamente a capacidade de pagamento do produtor, segundo o fluxo de renda das explorações assistidas, considerando o período de carência que for necessário".

O que se nota claramente, desta análise, é que o esforço acadêmico no sentido de responder à demanda por pessoal treinado na avaliação econômica de projetos caminhou mais lentamente do que a demanda por técnicos envolvidos com o trabalho diário de avaliação nas instituições financeiras, firmas particulares e no sistema de extensão rural em todo o País. SILVA (47) talvez tenha sido o primeiro autor a apontar este fato, como um dos problemas do crédito educativo. Ao mencionar a CEPAL como sendo a origem dos roteiros de projetos o autor observa que estes roteiros "são compostos de formulários

deficientes e incompletos, e embora considerados como instrumentos de aperfeiçoamento da previsão, demonstrativos de rentabilidade dos investimentos programados e da redução dos riscos para o empresário, eles deixam muito a desejar".

Esta caracterização do problema permite que se levante algumas hipóteses, que se pretende testar neste trabalho, sobre a adequação do atual sistema de análise econômica dos projetos agropecuários no sentido de atender aos objetivos explícitos da política de investimento no setor agrícola, via crédito subsidiado.

1.3. Hipóteses de trabalho

Duas hipóteses deverão orientar esta análise.

A primeira hipótese é que os métodos até então utilizados na análise econômica de projetos não têm sido consistentes com os objetivos propostos no SNCR. Os principais critérios de seleção de projetos têm sido a garantia oferecida e o estudo da capacidade de pagamento da empresa proponente. Estes critérios, embora necessários para atender o objetivo do programa, sob o ponto de vista do agente financeiro, não são suficientes para assegurar a rentabilidade dos investimentos. Em outras palavras, os projetos perderam grande parte de seu poder como meio de aplicação racional dos recursos, do ponto de

vista da política agrícola e tornaram-se, em grande parte, uma exigência burocrática para obtenção de crédito. Ora, na ausência (ou com a redução drástica) dos subsídios via taxa de juros está-se retirando o maior benefício privado desta política o que torna a elaboração e análise dos projetos, nos casos em que serão exigidos, de importância fundamental para a empresa rural. Os custos privados da seleção dos projetos serão maiores pois o capital da empresa terá um custo muito mais elevado se persistir a atual política de redução dos subsídios. Este ponto será discutido no modelo teórico do capítulo 2.

A segunda hipótese é de que o atual sistema de avaliação^{1/} não considera adequadamente o custo do capital (taxa de desconto), a inflação e os riscos, acarretando, consequentemente, ineficiências no uso dos recursos públicos e privados.

^{1/} Esta análise focaliza apenas a avaliação econômica dos projetos. Quanto aos aspectos técnicos (engenharia do projeto), de um modo geral, as firmas de planejamento e os serviços de extensão dispõem de pessoal de melhor qualificação, tanto para elaborar como para dar assistência técnica aos projetos. A viabilidade política de cada projeto, por outro lado, foge inteiramente ao escopo deste estudo, porque se restringe ao relacionamento pessoal, entre o mutuário e a instituição de crédito. Portanto, esta pesquisa ficará restrita exclusivamente à avaliação econômica.

1.4. Objetivos e organização da pesquisa

Esta pesquisa tem dois objetivos básicos:

a) verificar se o sistema de avaliação econômica de projetos tem sido consistente com os objetivos expressos no Sistema Nacional de Crédito Rural;

b) analisar as implicações práticas que podem advir do atual sistema de avaliação de projetos sobre a alocação de recursos ao nível da empresa e para o setor agrícola;

No segundo capítulo apresenta-se a metodologia usada neste estudo, assim subdividida: a) introdução ao método de estudo de caso; b) conceituação; c) relação entre as decisões de investimento e a organização da empresa; d) modelo teórico de avaliação.

O capítulo 3 trata do procedimento empírico e a apresentação e discussão dos resultados fica no quarto capítulo.

Do último capítulo constam o resumo e as principais conclusões do estudo bem como algumas sugestões para pesquisa e melhoria do sistema de avaliação. As informações complementares usadas no trabalho ficam no Apêndice.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

2.1. Introdução

Dada a natureza do problema focalizado nesta pesquisa, será usado o método de estudo de caso. A característica fundamental deste método de estudo é o exame detalhado de um número suficientemente grande de casos com o objetivo de entender seu funcionamento intrínseco e daí levantar novas hipóteses comportamentais e/ou sugerir soluções para os problemas identificados no estudo. Este método, como qualquer outro método de pesquisa, precisa ser utilizado tendo em vista suas limitações bem como as condições sob as quais tem máximo poder como teste das hipóteses relevantes para o problema identificado.

SALTER (44) aborda o problema da validade do método de estudo de caso sob três enfoques diferentes: a) se o estudo de caso consiste do estudo de tudo que se relaciona a

uma dada unidade observada, se não há um problema e nenhuma hipótese formulada, então o estudo não é uma pesquisa científica; b) se o caso, como evidência material, não passa de uma amostra de área ou de unidades de observação, ele pode ser realizado de tal modo que ofereça evidências de relações que tem utilidade instrumental ou sugestiva; c) se o caso é uma unidade ativa e se as interações e sequências em suas experiências são comuns dentro da unidade, então, este caso tem grande poder cono teste de hipóteses.

Na presente pesquisa será focalizado um dos programas de crédito rural que, por sua origem e sistemática de ação, se assemelha a todos os demais programas de crédito de investimento. Logo as inferências aqui obtidas serão válidas para os demais programas. Trata-se, portanto, de uma pesquisa voltada para a solução de problema e, até certo ponto, de caráter disciplinar segundo a classificação de JOHNSON (31), porquanto se preocupa em focalizar o problema do ponto de vista da administração da empresa rural. Mas, as inferências que se pretende derivar dos resultados, deverão ter alcance mais amplo, servindo como "feedback" ao processo de planejamento da política de crédito rural.

Para definir bem a unidade de estudo será necessário, em primeiro lugar, discutir o conceito de avaliação econômica de projetos, que aparece na literatura com sentidos múltiplos. Feita a conceituação, apresenta-se a seguir o modelo

teórico do qual se deriva a avaliação e seleção de projetos ao nível de uma empresa rural hipotética que opera sob condições de inflação, mercado de capital imperfeito e riscos.

Na parte inicial do capítulo 3 apresenta-se uma descrição do PROPEC^{1/}, nos termos em que foi criado, de modo a facilitar a análise dos dados no capítulo seguinte, à luz do modelo teórico apresentado.

2.2. Conceituação

Esta pesquisa focaliza apenas os projetos agropecuários de investimento. Estes se caracterizam por serem aplicações de recursos financeiros em bens cuja duração ultrapassa uma safra, na expectativa de que gerem um fluxo de benefícios por muitos anos^{2/}.

^{1/} Trata-se do Programa Nacional de Desenvolvimento da Pecuária cujas características serão discutidas na seção 3 deste capítulo. Embora o PROPEC esteja hoje desativado, outros estão sendo criados e implementados com base nas mesmas premissas. São exemplos de novos programas, o PROFEIJÃO, o PROVARZEA e o PROFIR.

^{2/} Os "projetos de custeio", que se referem, de fato, a orçamentos anuais, na verdade coexistem com os projetos de investimento, porque muitos projetos agropecuários são compostos de investimentos fixos de longa duração - cercas, currais, culturas perenes, etc - e também de culturas anuais que complementam tais investimentos, seja em sua fase de implantação ou até mesmo em todo seu horizonte.

Cabe à avaliação econômica fazer a comparação entre os benefícios futuros e os custos dos projetos de investimento, tanto ao nível de empresas privadas quanto de investimentos públicos em geral.

Ressalte-se, entretanto, que a expressão "avaliação econômica" é encontrada na literatura com mais de um sentido. De fato, para que se faça qualquer tipo de avaliação é necessário que antes se defina claramente seus objetivos. É desta definição que resultam pelo menos três tipos diferentes do que se convencionou chamar de "avaliação econômica".

Em primeiro lugar, se o objetivo do projeto é atender aos interesses privados (uma entidade particular ou empresa) tanto os benefícios como os custos são medidos com base nos preços observados no mercado. Não importa, neste caso, se tais preços são ou não medidas eficientes da escassez dos recursos na economia. Tem-se, então, o caso de avaliação privada (financeira).

Quando o objetivo é avaliar a contribuição do projeto para o crescimento econômico, entendido como aumento do Produto Nacional Bruto, por exemplo, tem-se um caso de avaliação econômica propriamente dita. Neste caso os preços relevantes devem necessariamente representar o custo de oportunidade dos recursos usados no projeto. Todavia, a avaliação econômica não incorpora os efeitos redistributivos dos projetos

aprovados. Daí o conceito mais amplo de avaliação social, cuja versão moderna se deve aos trabalhos da OECD e UNIDO^{1/}.

Na avaliação social, os preços utilizados devem refletir os custos e benefícios do ponto de vista da sociedade como um todo. Portanto, não apenas o custo de oportunidade (que é um conceito econômico) de cada recurso mas, também, maior dose de julgamento de valor tem que ser introduzida na avaliação de modo a incorporar no processo de seleção dos investimentos os aspectos de justiça social ou, pelo menos, de redistribuição de renda entre os membros da sociedade, entre grupos de indivíduos, regiões ou gerações diferentes. As avaliações econômica e social utilizam os chamados preços-sombra que são unidades de conta mais apropriados para refletir os objetivos deste tipo de avaliação do que os preços de mercado. Nos mercados imperfeitos os preços observados deixam de refletir o custo de oportunidade dos recursos.

No caso específico dos projetos agropecuários, poder-se-ia, em princípio, fazer-se a avaliação sob os três aspectos mencionados. Todavia, a decisão de interferir no mercado, através dos subsídios e taxações, independe do empresário rural. Uma das justificativas implícitas no subsídio é que a rentabilidade dos investimentos no setor agrícola é me-

^{1/} Para maiores detalhes sobre avaliação social veja CONTADOR (15), MOLDAU (35), LITTLE e MIRLEES (33) e UNIDO (50).

nor do que fora deste, requerendo portanto, um incentivo que, induzindo à formação de capital nas empresas rurais, resultaria em maior produtividade dos recursos. Como o governo não tem condições de assumir a execução dos projetos agrícolas, mesmo sob o argumento de seu grande valor social, restava deixar a cargo dos agricultores as decisões sobre a conveniência de se fazer ou não os investimentos financiados pelo programa. O papel da assistência técnica, privada e oficial, resume-se em orientar o agricultor na escolha da tecnologia a ser utilizada, elaborar a proposta de investimento, estudar sua viabilidade técnica e econômica bem como fornecer a assistência necessária durante a implantação do projeto. A decisão final sobre o investimento está sujeita, portanto, a uma série de restrições impostas pelas condições do empréstimo, tais como as prioridades estabelecidas pelo programa com referência às regiões, fatores de produção e produtos beneficiados por determinada linha de crédito. Nada garante, todavia, que determinado projeto, considerado economicamente viável, seja a alternativa mais rentável de investimento do ponto de vista privado^{1/}. Mas, os projetos agropecuários surgiram, dentro do quadro atual da política de crédito rural no Brasil, como meio de compatibilizar os interesses da política agrícola (formação de capital

^{1/} Obviamente, se o objetivo do estudo fosse avaliar o programa de crédito rural subsidiado, em seu todo, então a avaliação social deveria também ser feita, complementando a análise financeira (privada).

e crescimento econômico) com os interesses privados dos empresários rurais. Se por um lado o governo criou uma fonte de recursos financeiros a taxas reais de juros substancialmente mais baixas do que as taxas do mercado livre, por outro lado, exigiu que os recursos fossem aplicados seguindo as normas estabelecidas pelo Sistema de Crédito.

É importante destacar, todavia, que mesmo sob o enfoque da análise privada, os projetos agropecuários são vistos de modo diferente pelos diferentes agentes envolvidos em sua escolha. De um lado estão os interesses do fazendeiro (mutuário) e do outro os do agente financeiro que se propõe a financiar o projeto em análise. Ambos tem objetivos definidos que podem não ser os mesmos. Do ponto de vista desta pesquisa serão consideradas, no modelo teórico da seção seguinte, as pressuposições convencionais da teoria que explica o comportamento das empresas privadas num mercado de capital competitivo. Portanto, dado que ocorreu certa intervenção do governo no mercado, sob a forma de resoluções que disciplinam os empréstimos do crédito rural, é necessário saber como foram conciliados os interesses dos dois agentes principais do programa de crédito - fazendeiro e agente financeiro - nos projetos agropecuários que foram o principal instrumento de execução e controle do programa.

2.3. Decisões de investimento na organização da empresa

As decisões sobre investimento constituem apenas uma de várias partes que constituem o modelo de comportamento da empresa rural. É necessário, portanto, entender os princípios gerais que regem as decisões alocativas da empresa, antes de se discutir o aspecto particular dos projetos de investimento. A discussão seguinte será assim dedicada à tarefa de mostrar o papel da avaliação de alternativas de investimento do ponto de vista de uma empresa abstrata. Pretende-se, com esta formulação teórica, mostrar que qualquer empresa, em dado momento, pode ser vista como um conjunto de projetos de investimento em andamento. E, conseqüentemente, a análise e avaliação de novos projetos é condição sine qua non para a sobrevivência e o crescimento de qualquer empresa rural.

Desde as primeiras tentativas de definição da Administração da Empresa Agrícola, aparece explicitamente a idéia de obtenção de lucro no tempo. Assim, em 1917, WARREN, segundo cita BRANDÃO (11) definiu Administração Rural como "o estudo que considera a organização e gerência de uma empresa agropecuária, do ponto de vista da eficiência e contínuos lucros". Ainda nos dias atuais esta definição continua sendo propagada praticamente nos mesmos termos (28 ; 48 ; 54).

Nota-se, também, que as expressões "lucro compensador" e "lucros contínuos" aparecem na literatura sem um

significado preciso^{1/}. Por isto mesmo estes conceitos, embora contenham um forte conteúdo intuitivo, não serviram como construção teórica que permitisse derivar uma teoria consistente de comportamento da empresa rural. Esta falta de definição de um objetivo mais específico foi suprida na década de 50, através da utilização da teoria neoclássica da produção, nos estudos de administração rural, JENSEN (30). A teoria neoclássica, fundamentalmente voltada para análise estático-comparativa, em geral evita o problema de discutir o aspecto de continuidade dos lucros. Sua pressuposição básica é a de maximização do lucro por período de produção, já que custos e receitas são medidos em termos de fluxos por unidade de tempo. Coube a HEADY (26) apresentar de forma consistente a teoria econômica da produção aplicada aos estudos de alocação de recursos na empresa rural. Os princípios observados da teoria neoclássica são amplamente conhecidos (21 ; 23 ; 24 ; 49), mas serão apresentados, resumidamente, a seguir, por causa de sua importância para o desenvolvimento de novos modelos.

Segundo a teoria marginalista da produção, se a firma tem como (ou age como se tivesse o) objetivo maximizar lucro, na produção de um produto, usando por exemplo, dois insumos variáveis, as quantidades ótimas de insumos a serem usa-

^{1/} "Lucros compensadores" às vezes aparece com o sentido de que são lucros "suficientes para o sustento do fazendeiro e sua família". Mas esta colocação é igualmente imprecisa.

das na produção devem ser tais que tornem a razão entre a produtividade física marginal e o preço do primeiro insumo igual à mesma razão obtida para o segundo insumo. Por considerar apenas os insumos variáveis, esta proposição deixa claro que se trata de uma condição de equilíbrio de curto prazo. Ou seja, alguns dos fatores de produção foram mantidos fixos na análise. Estes fatores fixos determinam o tamanho da firma.

Esta regra de decisão garante que cada quantidade obtida do produto é produzida a custo mínimo para a empresa. Mas, a quantidade ótima só fica determinada, se obedecida a condição anterior, se acrescentar que os insumos serão usados em quantidades que tornem o custo marginal de produção igual ao preço do produto.

É relativamente simples introduzir mais de um produto na análise de modo a tornar este modelo mais próximo das condições observadas nas empresas rurais. A condição para alocação ótima dos insumos entre produtos é que as razões entre as produtividades físicas marginais entre pares de insumos sejam iguais na produção de cada um dos produtos dos quais participam conjuntamente. Com a inclusão de mais de um produto, e dado que a disponibilidade total de fatores é limitada, a determinação da combinação ótima de produtos se define pela regra seguinte: os recursos disponíveis serão desviados para a produção do produto de menor razão entre custo marginal e seu preço, até que as razões entre o custo marginal e o preço

de cada produto produzido sejam iguais para todos os produtos.

Estas proposições têm sido extremamente úteis no sentido de explicar a resposta dos produtores às variações nos preços dos produtos em mercados específicos, bem como na análise de equilíbrio geral na economia. Porém, tais regras de comportamento não podem ser usadas diretamente em recomendações que analisem o empresário individual na tomada de decisão cotidiana. Ao trazer os princípios da teoria da produção para a administração da empresa, o que de fato estava se fazendo era aumentar a capacidade de análise das condições do mercado de produtos agrícolas que, por sua vez, afetam as decisões de cada empresário. Mas, pouco acrescentou no sentido de lhe oferecer, diretamente, um instrumental analítico ao nível da empresa rural. Era necessário voltar à origem e procurar modelos que permitissem captar maior número de fatores que de fato fazem parte da organização e gerência da empresa. Por exemplo, as restrições impostas pelo clima, os riscos, a estacionalidade da mão-de-obra, dentre outras variáveis, teriam que ser incorporadas em qualquer modelo que se propusesse a representar as condições da empresa rural de modo satisfatório.

Neste sentido, a descoberta das técnicas de programação linear na década de 40 foi providencial. Os princípios da teoria da firma se tornaram cada vez mais aplicáveis aos problemas de tomada de decisão a nível de empresa, pelo menos teoricamente, no início dos anos 50 (WAUGH, 53). Dada a

flexibilidade dos modelos de programação no sentido de incorporar os fatores fixos na análise e de relaxar as pressuposições de produção instantânea e de certeza, a administração rural passou a contar com um instrumento analítico do processo de tomada de decisão de enorme aplicação em pesquisa e extensão rural^{1/}.

BAKER (6) e BARRY et alii (8) mostraram que os modelos de programação matemática trazidos da pesquisa operacional, permitem que se incorpore ao modelo de planejamento, decisões ótimas relativas à utilização de recursos financeiros externos.

Esta nova abordagem analítica devolve à pesquisa em administração rural seu caráter prático original, mas, desta feita enriquecido com os princípios econômicos derivados da teoria da firma e da flexibilidade operacional oferecida pelas técnicas de programação. Estas técnicas permitem que decisões sobre alocação ótima de insumos variáveis em cada período de produção, sejam analisadas ao mesmo tempo que se introduz decisões de investimento envolvendo um horizonte de planejamento de múltiplos períodos produtivos. Ou seja, pelo menos no nível de pesquisa (e em casos reais es-

^{1/} Várias universidades americanas, canadenses e algumas da Europa tem usado com sucesso estes modelos como instrumento de divulgação da tecnologia gerencial e de produção entre os agricultores.

pecíficos)^{1/} a avaliação de projetos de investimento foi definitivamente incorporada ao processo de planejamento da empresa rural, de modo consistente com o objetivo de se obter "eficiência e lucros contínuos" na gerência dos negócios.

Esta revisão sumária visa, exclusivamente, mostrar que, teoricamente, as decisões de investimento são parte integrante do processo de organização e gerência dos negócios das empresas rurais. Portanto, a avaliação de projetos aparece como parte integrante dos modelos de planejamento que contemplam atividades de investimento.

Mas, do ponto de vista da política de investimento no setor, nos moldes do Sistema Nacional de Crédito Rural, através dos seus vários programas especiais, seria impraticável esperar que o fazendeiro, de um lado, e os agentes financeiros, do outro, utilizassem esses modelos ideais para analisar e avaliar a economicidade dos projetos de investimento contemplados pela política de crédito rural devido ao seu grande número. A alternativa exequível, do ponto de vista

^{1/} No Brasil o primeiro trabalho de modelagem de um caso real para fins de análise da administração da empresa rural foi desenvolvido por AZEVEDO FILHO e PÉRES (4). Modelos que consideram os aspectos de administração financeira e decisões de investimento, ao nível de pesquisa também tem sido usados (32, 39, etc). Do ponto de vista da análise financeira estes modelos reconhecem que a empresa esta sujeita a restrições externas impostas pelo mercado financeiro e internas devidas à reação de cada empresário frente às condições de risco.

prático, e teoricamente consistente, neste tipo de política, era a avaliação de projetos individuais seguindo a metodologia desenvolvida (e amplamente utilizada) na área de administração financeira de firmas industriais^{1/}. Esta foi a opção escolhida pela atual política de crédito, conforme discutido no capítulo 1 deste trabalho. Os elementos essenciais deste método de avaliação serão apresentados a seguir, destacando, sobretudo, os aspectos do modelo de maior relevância para análise dos programas de crédito nos moldes em que têm sido implementados no Brasil.

2.4. Modelo de avaliação econômica de projetos

Conceitualmente um projeto de investimento "envolve o dispêndio de dinheiro no presente em troca de um fluxo de benefícios esperados no futuro", BUSSEY (13). A análise econômica consiste, essencialmente, da comparação entre os custos e os benefícios de cada nova oportunidade de investimento. Esta comparação visa avaliar a contribuição esperada de cada projeto candidato no sentido de atender ao objetivo da empresa. BUSSEY mostra que a pressuposição usualmente feita em

^{1/} Sua utilização em projetos agropecuários é bem mais recente, conforme foi discutido no capítulo 1 (Introdução) deste trabalho. Detalhes sobre esta metodologia podem ser encontradas em GITTINGER (25), BARBOSA (7) e NORONHA (37).

economia de maximização de lucro não é plenamente satisfatória, em administração financeira, por causa de seu caráter simplista e sua não-operacionalidade, ao nível da empresa. Por esta razão, a teoria moderna de finanças parte do pressuposto de que "o objetivo da firma é maximizar o valor presente da riqueza futura dos donos da empresa ... Riqueza futura esta diretamente relacionada aos fluxos de caixa futuros dos projetos aceitos pela firma" (p. 25).

Em termos práticos este modelo conceitual pode ser expresso graficamente (Figura 1) por uma linha horizontal

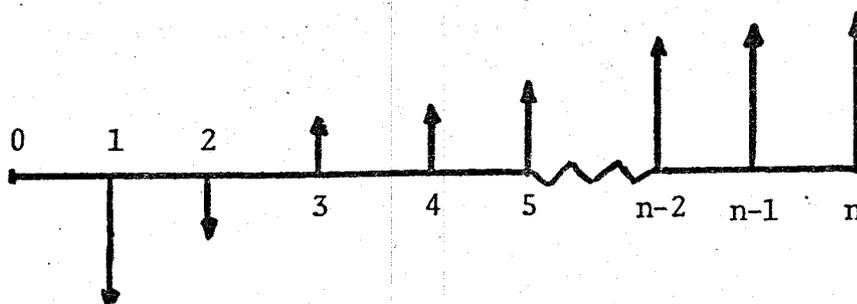


Fig. 1. Representação dos Fluxos de Caixa de um Projeto Hipotético de Horizonte igual a n - anos.

representando o número de anos do horizonte de planejamento e o fluxo de caixa do projeto. Setas situadas abaixo da linha horizontal representam custos e as que se localizam acima simbolizam as receitas líquidas. Somente custos e receitas adicionais, isto é, que podem ser atribuídas diretamente ao proje

to em questão, fazem parte do fluxo de caixa.

Este modelo sugere, de imediato, que permanece a idéia de obtenção de "lucros contínuos" como objetivo da empresa. Mas, exige mais precisão. Quando o objetivo passa a ser a maximização do valor presente da riqueza futura, isto implica em que a comparação entre os custos e benefícios precisa levar em consideração o efeito do fator tempo sobre o valor do dinheiro, usado como medida de riqueza. O procedimento matemático que torna possível tal comparação consiste, normalmente, em se descontar valores futuros, através de uma taxa de desconto apropriada para cada empresa, para a data zero do primeiro ano do projeto. A expressão matemática do valor presente é:

$$VP = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1 + \rho)^t} \quad \text{onde}$$

VP = valor presente do projeto.

L_t = fluxo (líquido) de caixa, sendo os valores de $L_t < 0$ quando os investimentos mais os custos operacionais são maiores do que as receitas esperadas no ano t , e $L_t > 0$ no caso oposto.

ρ = taxa de desconto relevante para a empresa.

O critério de decisão da empresa é, portanto, aceitar o projeto se apresentar $VP > 0$ e rejeitá-lo se $VP < 0$.

Nota-se facilmente que a função VP não é definida para $\rho = -1$ e que decresce monotonamente quando ρ cresce. Esta relação inversa entre VP e a taxa de desconto pode ser mostrada derivando-se a função em relação a ρ :

$$\frac{dVP}{d\rho} = -L_1(1+\rho)^{-2} - 2L_2(1+\rho)^{-3} \dots - nL_n(1+\rho)^{-(n+1)} < 0$$

Além de decrescente, a função é também convexa em relação à origem (fig. 2) conforme mostra a sua derivada segunda:

$$\frac{d^2VP}{d\rho^2} = 2L_1(1+\rho)^{-3} + 6L_2(1+\rho)^{-4} \dots + n(n+1)(1+\rho)^{-(n+2)} > 0$$

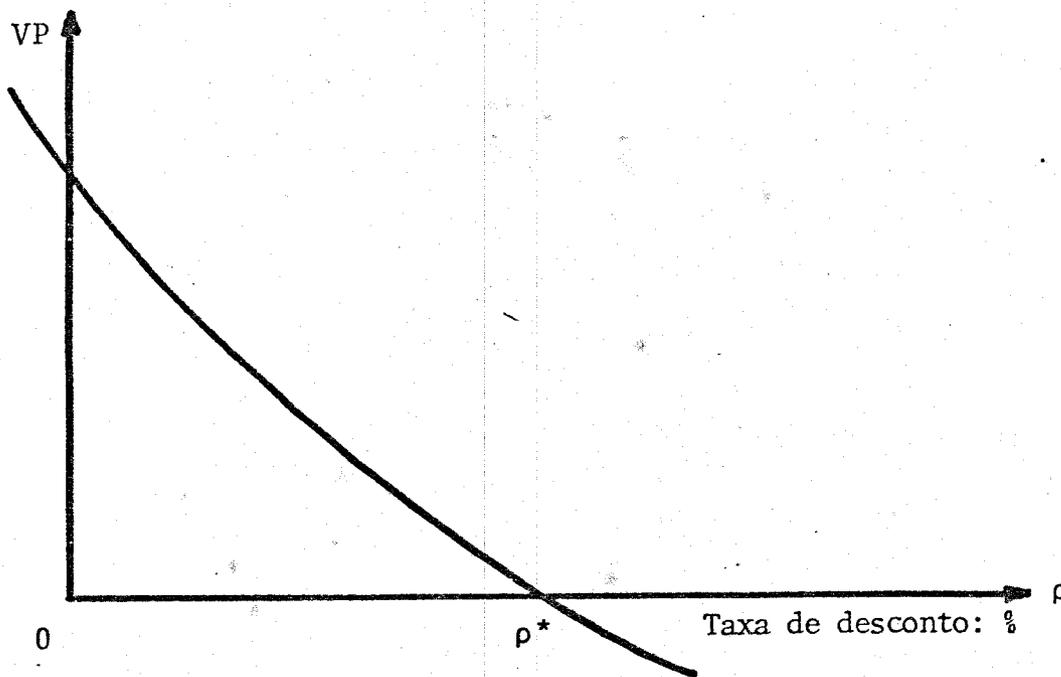


Fig. 2. Representação gráfica da função VP destacando o valor ρ^* que torna $VP = 0$.

Quando a análise se destina a decidir se um determinado projeto deve ou não ser aceito, como é o caso do sistema brasileiro de crédito rural, pode-se usar, como alternativa para avaliação, o método da taxa interna de retorno. Este método consiste em se fazer a fórmula do valor presente igual a zero e determinar o valor específico da taxa de desconto, ρ , que satisfaz o polinômio: o valor encontrado neste cálculo, ρ^* , é a TIR.

$$\sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1 + \rho)} = 0$$

O critério de decisão, neste caso, é aceitar o projeto se TIR for maior do que o custo de oportunidade do capital da empresa^{1/}.

Nota-se, na figura 2, que ρ^* é a TIR, pois é o único valor da taxa de desconto que torna o VP = 0. Portanto, quando se trata da avaliação de um projeto convencional^{2/} independente e sem restrição de capital ambos os critérios,

^{1/} Para uma discussão de outros métodos de avaliação e as limitações de cada método veja (13; 22; 37).

^{2/} Projeto convencional é aquele cujo fluxo (líquido) de caixa apresenta valores negativos nos primeiros anos e depois muda para valores positivos. Há, portanto, apenas uma mudança de sinal (de - para +) em todo o horizonte do projeto. Os projetos convencionais apresentam uma única TIR. Para uma discussão detalhada sobre projetos que apresentam múltiplas taxas internas de retorno veja FARO (20) e BUSEY (13). Os projetos agropecuários são quase todos do tipo convencional.

VP e TIR, levam ao mesmo resultado.

Este é o modelo básico de análise econômica de decisões de investimento. Sua aplicação prática na avaliação de projetos requer, naturalmente, uma série de procedimentos que vão desde a formação dos fluxos de caixa até a escolha da taxa de desconto relevante para cada empresa. O resultado da avaliação de cada projeto pode ser, portanto, afetado pelo procedimento usado em cada caso. Por exemplo, a escolha de uma taxa de desconto igual a zero ($\rho = 0$) implica em que a empresa está considerando um cruzeiro gasto no presente de valor igual ao de um cruzeiro gasto (ou recebido) no futuro. Outras variáveis, tais como os efeitos inflação, riscos e o custo de oportunidade ao dinheiro investido no projeto, podem comprometer o programa de crédito se não forem devidamente consideradas no processo de avaliação.

Essas variáveis serão discutidas, a seguir, para complementar o modelo conceitual usado nesta pesquisa. A formalização do modelo é necessária porque ficou claro, da revisão histórica apresentada na seção 1.2, que este é o modelo teórico que, se utilizado corretamente, atende as normas do Banco Central emitidas através do Manual de Crédito Rural, no que se refere ao método de avaliação econômica recomendado (V. citação na página 13 deste estudo). Ou seja, os métodos do VP e TIR, propostos como indicadores de escolha, levam a crer que o objetivo do governo é assegurar, no processo de seleção

dos projetos agropecuários, que os interesses da empresa privada sejam satisfeitos da melhor maneira possível, ao mesmo tempo em que procura atender aos objetivos da política de crédito rural. Ao confrontar o que deveria ser feito com o que de fato tem sido feito, no que tange à avaliação econômica, esta pesquisa estará apresentando o teste das hipóteses levantadas e, sobretudo, procurando derivar novas hipóteses sobre a eficácia do atual sistema de avaliação econômica dos projetos agropecuários.

2.4.1. Inflação

Um dos princípios fundamentais da avaliação econômica de projetos de investimento consiste na utilização de um denominador comum para medir os custos e os benefícios da decisão a ser tomada^{1/}. Ou seja, tanto os custos como os benefícios, sempre que possível, são medidos em cruzeiros, na data prevista para que ocorram. Na análise de projetos de investimentos privados são usados os preços dos insumos e produ-

^{1/} Para uma descrição dos demais princípios veja FLEISCHER (22). Dos nove princípios apresentados por Fleischer são de especial interesse os seguintes: a) toda decisão analisada precisa ser vista como apenas uma das alternativas existentes; b) os critérios de decisão precisam reconhecer a dimensão temporal dos valores monetários; c) deve se atribuir certo peso aos graus de incerteza associados às projeções feitas. Embora todos os princípios estejam sendo obedecidos, estes três estão sendo considerados explicitamente nesta pesquisa porque se relacionam diretamente com as hipóteses formuladas.

tos no mercado como medidas e custos e benefícios, respectivamente, do projeto. Mas, além disto a moeda usada (cruzeiro) como denominador comum nesta comparação entre custos e benefícios, tem que apresentar o mesmo poder de compra durante todo o horizonte do projeto, para que a comparação intertemporal seja válida. Por exemplo, um milhão de cruzeiros de custos atuais só podem ser comparados com dois milhões de cruzeiros de benefícios gerados daqui a cinco anos, se o poder aquisitivo do cruzeiro for, de alguma forma, mantido constante durante este período. Satisfeita esta condição, basta usar o fator de desconto apropriado, para trazer os dois milhões para a data presente.

Assim sendo, principalmente em situações inflacionárias, o analista tem que tomar algumas decisões quanto aos preços a serem usados na formulação dos fluxos de caixa. Isto porque em períodos de inflação, preços observados (correntes) em datas futuras serão medidos por uma moeda (cruzeiro) de menor poder aquisitivo.

Em outras palavras, a aplicação da fórmula do valor presente (VP)

$$VP = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1 + \rho)^t}$$

pressupõe que o fluxo líquido do projeto e a taxa de desconto são medidas em termos reais (taxa de inflação nula). Acontece, porém, que altas taxas de inflação têm sido a regra no

Brasil. Logo, é indispensável saber como esta informação afeta as análises.

Admitindo que a taxa anual de inflação (i) seja constante durante todo o horizonte do projeto, cada termo do fluxo líquido, na presença de inflação, será (NICOL, 36) :

$$L_t^* = L_t (1 + i)^t$$

onde L_t^* é o valor nominal do fluxo líquido no ano t .

Resolvendo para L_t , nesta expressão, e substituindo na fórmula do valor presente, tem-se :

$$VP = \frac{L_t^*}{(1 + i)^t (1 + \rho)^t} = \frac{L_t^*}{\left[(1 + i)(1 + \rho) \right]^t}$$

ou seja, o VP fica inalterado se for calculado usando-se valores nominais, L^* , desde que se use como fator de desconto a expressão

$$\left[(1 + i)(1 + \rho) \right]^{-t} = (1 + j)^{-t}$$

onde $(1 + j) = (1 + i)(1 + \rho)$. Ou seja, é necessário usar a taxa nominal de desconto $j = i + \rho + i\rho$ quando se trabalha com fluxos de caixa expressos em valores nominais.

Desta forma, a escolha do analista fica restrita a duas opções, ambas de difícil solução prática. Uma,

consiste em usar projeções de preços reais na formação dos fluxos de caixa e descontar os valores encontrados usando a taxa real de desconto. A outra consiste em fazer projeções a preços correntes (que refletem as taxas de inflação esperadas e as possíveis variações nos preços relativos dos bens) e, naturalmente, utilizar a taxa de desconto em termos nominais.

Na prática a primeira opção é quase sempre escolhida, por ser operacionalmente mais fácil. Isto porque, ao invés de projetar preços reais, os analistas partem do pressuposto de que a taxa de inflação na economia afetará igualmente os preços dos insumos e dos produtos tornando possível a utilização de um preço constante para cada bem durante todo o horizonte do projeto. Porém, a utilização de preços constantes como "proxy" para preços reais, além de exigir uma suposição bastante forte, deixa o analista com o problema de estimar a taxa real de desconto, (p) , que não se conhece. De fato, tudo que o mercado oferece, em termos de dados para cálculo da taxa de desconto relevante (V. item 2.4.2 a seguir) são taxas de juros nominais observadas no mercado de capital.

Mas a segunda alternativa, isto é, trabalhar com preços correntes, se por um lado oferece diretamente as taxas nominais de juros, por outro lado, exige que os preços futuros sejam obtidos em termos nominais. Em ambos os casos faz-se necessário obter a melhor estimativa possível da taxa de inflação (i) . Regra geral, tem sido preferível estimar a taxa

de desconto em termos reais do que projetar os preços nominais dos insumos e produtos, daí a utilização quase unânime do critério dos preços constantes "vis-a-vis" preços nominais, na formação dos fluxos de caixas.

Mesmo quando se decide trabalhar com preços constantes, é necessário considerar se há algumas variações nos preços relativos dos produtos e insumos do projeto que podem ser previstas. Por exemplo, um projeto de produção de leite, num período em que se sabe que o produto terá seu preço fixado pelo governo enquanto os preços dos insumos (ração, medicamentos, mão-de-obra, etc) variam livremente, tem que considerar esta informação na formação do fluxo de caixa. Do contrário, a rentabilidade do projeto ficará superestimada.

Destarte, o fato de se trabalhar com preços consta^{ntes} não pode ser uma desculpa para que as variações nos preços relativos, que ocorrem durante períodos de inflação, sejam negligenciadas. Afinal, conforme SAYAD (46) apropriadamente destaca a taxa de inflação com que se trabalha é apenas uma média, derivada de preços de diversos produtos produzidos em diferentes setores da economia. Os diversos setores e/ou produtos apresentam diferentes taxas de crescimento dos preços provocando variações nos preços relativos. Este fato é muito importante na avaliação de projetos agropecuários, sobretudo quando usam grande proporção de insumos produzidos fora do setor agrícola. Sayad mostra que as taxas de inflação sofrem maior

variação no setor agrícola do que no setor industrial. Além disto, a taxa média de inflação do setor agrícola tende a ser maior do que a do setor industrial em períodos de inflação crescente invertendo-se a posição quando decresce a taxa de inflação. Com isto a tarefa de escolher uma taxa média, em si mesma, já é bastante difícil. Mas, faz-se necessário, adicionalmente, que se procure verificar qual a taxa de inflação relevante para o produto específico de cada tipo de projeto. Não para que seja usada nas projeções diretamente, mas, pelo menos, para que as modificações nos preços relativos dos produtos e insumos possam ser corrigidos. E, também, para que estas taxas de inflação sejam consideradas no cálculo da taxa de desconto a ser usada no cálculo do valor presente do projeto.

2.4.2. Taxa de desconto

Cabe à administração financeira de qualquer empresa obter recursos ao menor custo unitário do mesmo modo que o setor de compras procura adquirir seus insumos pelo menor preço de mercado, mantido naturalmente, o padrão de qualidade exigido na produção. Esses recursos financeiros, uma vez disponíveis são utilizados para "financiar" aqueles projetos da empresa julgados de maior retorno. Ou seja, as fontes não estão necessariamente vinculadas aos usos dos recursos financeiros, do ponto de vista da empresa. Pelo fato de tanto as

fontes como os usos dos recursos financeiros serem múltiplos, em geral, a determinação da taxa de desconto relevante para a seleção dos projetos de investimento se torna dependente, não só das fontes (e respectivos custos) do dinheiro, mas também das modificações que esta captação e utilização de recursos pro voca na estrutura de capital da empresa.

Se o mercado de capital onde a empresa rural capta seus recursos financeiros fosse perfeitamente competitivos, o custo do capital externo seria (constante e) igual à taxa de juros de mercado. Esta seria, também, a taxa de juros que os recursos próprios, obtidos com a venda de itens do ativo, renderia no mercado de capital. Ou seja, nestas condições, a taxa de juros de mercado seria a taxa de desconto apropriada para o cálculo do valor presente de qualquer projeto de investimento a ser avaliado pela empresa. Em outras palavras, a taxa de juros do mercado competitivo seria a taxa mínima de atratividade de novos projetos.

Mas, na verdade as empresas atuam em mercados de capital imperfeitos. E quanto menor a empresa maior a divergência entre as taxas de juros reais que pagam no mercado e as que recebem quando aplicam suas reservas financeiras. Portanto, a taxa mínima de atratividade não pode ser nem uma nem a outra destas duas taxas. O conceito relevante é o custo de oportunidade dos investimentos. Mas este conceito envolve a comparação de alternativas de investimento de riscos semelhan

tes. Sabe-se, contudo, que aplicações em cadernetas de poupança, por exemplo, ou em papéis de renda fixa do Banco do Brasil, são substancialmente mais seguras do que qualquer atividade agropecuária. Logo, as taxas de juros observadas nestes mercados não são a melhor medida do custo de oportunidade de recursos próprios de empresa agropecuária. É razoável admitir, ademais, que o custo do capital próprio é superior ao das fontes alternativas no mercado de capital. Este argumento, segundo CASLER (14) se deve ao fato de que ao adquirir empréstimos financeiros o empresário assume maiores riscos do que o agente financeiro, por causa das garantias que é obrigado a oferecer. Além disto, se a rentabilidade esperada com a aplicação dos recursos próprios na empresa não fossem maiores do que o custo do capital externo, não teria sentido captar recursos. Mas, ainda que seja aceita a idéia de que o capital próprio é mais caro do que o capital externo, permanece a dificuldade de quantificar este custo.

Na verdade nenhum critério de cálculo do custo do capital para a empresa foi ainda aceito por unanimidade na literatura financeira. Mas, sempre que a avaliação de projetos de investimento é baseada no método de valor presente, algum critério tem que ser adotado para que se obtenha a taxa de desconto. De fato, o que se procura é obter o custo explícito do capital obtido das várias fontes para tomada de decisão sobre projetos novos. Assim sendo, mesmo que a firma tenha, no passado, obtido recursos a baixo custo, isto não afete

ta as novas decisões. Estas deverão ser tomadas em função do custo atual e futuro do capital que será usado nos novos projetos.

Um dos critérios mais usados para resolver esse problema prático (de calcular o custo do capital) é usar os custos explícitos (taxas de juros mais encargos financeiros) das várias fontes de capital, inclusive o capital próprio, e ponderá-los em função de sua participação percentual na composição do passivo da firma. Por exemplo, se a única fonte de crédito da empresa agropecuária for o crédito rural com uma taxa de juros (incluindo outros encargos) de 75% a.a. e o custo imputado do capital próprio for 120% a.a. (taxa de mercado) e a firma apresenta 30% do seu passivo na forma de obrigações (após realização do empréstimo e 70% na forma de capital próprio, então o custo médio ponderado será $K^* = 0,10(75\%) + (0,90)(120\%) = 115,5\%$ a.a. Portanto, na hipótese de que estas condições prevalecerão por todo o horizonte do projeto em análise, a taxa de desconto a ser usada é de 115,5% em termos nominais^{1/}.

É fácil perceber que, aceito o critério do custo médio ponderado, e sabendo-se que as empresas agropecuárias

^{1/} Este critério será usado nesta pesquisa, no cálculo da taxa mínima de atividade. Maiores detalhes sobre o custo do capital próprio e determinação dos pesos usados na ponderação serão discutidos na seção 3.2.2 do capítulo 3. Discussões mais completas sobre o cálculo do custo do capital podem ser encontradas em (2 ; 10 ; 13 ; 14).

apresentam, geralmente, baixa relação entre obrigações e capital próprio o custo médio ponderado será sempre um valor real positivo, mesmo quando o crédito rural é obtido a uma taxa real negativa de juros. Esta relação entre as taxas nominal e real de juros, mostrada na seção 2.4.1, é :

$$r = \frac{j - i}{1 + i}$$

Tanto faz obter a taxa real de juros, usando esta fórmula e depois calcular seu custo médio ponderado em termos reais, como calcular primeiramente o custo médio ponderado em termos nominais para depois "deflacioná-lo" usando esta mesma fórmula (fazendo apenas $j = K^*$, em valor nominal e $r = K$ em valor real). Isto é, o valor do custo médio ponderado (K) calculado desta forma, é a taxa de desconto relevante para a empresa (taxa mínima de atividade) a ser usada no cálculo do valor presente (VP) dos projetos agropecuários.

Vale ressaltar que um dos problemas mais sérios nestes cálculos é a previsão da taxa de inflação (média) esperada para todo o horizonte do projeto. A taxa de inflação não faz parte dos fluxos de caixa, quando são formados a preços constantes, mas entra no cálculo da taxa real de desconto. Portanto, se a taxa de inflação for superestimada a taxa real de desconto fica subestimada o que resulta numa superestimativa do VP do projeto. Não é raro encontrar analistas de projetos que

tendem a considerar taxas de inflação superiores aos juros nominais dos recursos externos como uma garantia de viabilização de projetos. Este raciocínio simplista (por não considerar o custo, normalmente bem maior, do capital próprio) tem levado à aprovação de projetos que o empresário rejeita. É natural que o empresário se utilize do projeto formal como meio para obter crédito rural subsidiado. Mas, não é razoável esperar que utilize esses mesmos recursos em projetos de rentabilidade duvidosa (para o empresário) mesmo quando aprovado pelo analista com base em cálculos inapropriados. O resultado desta divergência, na prática, é observar-se, como tem acontecido, o "desvio" de recursos das atividades projetadas para outras que não constam do projeto^{1/}.

2.4.3. Análise de riscos

Tradicionalmente os projetos são elaborados e avaliados utilizando a melhor informação disponível sobre cada variável. É do interesse do empresário usar seus recursos na melhor alternativa, por isto mesmo oferece os melhores dados

^{1/} Ressalte-se ainda, que mesmo um projeto avaliado com o maior rigor técnico e aprovado, está sujeito a este tipo de "desvio" porque nada garante que este projeto é a melhor alternativa disponível para a empresa. Em todo caso, uma avaliação econômica rigorosa tende a melhorar a eficiência alocativa dos recursos ao nível da empresa e do programa de crédito.

de que dispõe e discute outros dados com a equipe de elaboração e análise. Mas, mesmo assim, em cada dado utilizado existe certa margem de erro, tanto de mensuração da variável quanto de previsão de seus valores futuros. Por exemplo, faz-se a previsão de que a construção das benfeitorias (currais, divisão de pastos, aguadas, abrigos e casa sede) de um projeto para produção de leite vai durar quatro meses. Todavia, na eventual falta de material, mão-de-obra, de recursos financeiros, este prazo torna-se sujeito a ser bem maior, comprometendo o andamento do projeto. Alguns aspectos são ainda mais susceptíveis de variações tais como os preços dos materiais de construção e do produto (leite). O fato é que para cada variável do projeto existe um grau de incerteza sobre a ocorrência do valor previsto no cálculo inicial. Ou, alternativamente, é sempre possível atribuir, com maior ou menor precisão, certo grau de confiança em que os valores projetados ocorrerão com uma variação para mais ou para menos. O reconhecimento deste fato, tem levado os analistas de projetos a usar as técnicas de análise que incluem o fator riscos. A técnica mais simples (e também menos precisa) mas de ampla aplicação prática, é a análise de sensibilidade.

Na análise de sensibilidade procura-se deixar variar um fator de cada vez e observar seu efeito sobre o indicador de escolha do projeto (TIR, por exemplo). No exemplo anterior esta análise consistiria em admitir um atraso na liberação de recursos do financiamento por três meses, o que com-

prometeria o ritmo das construções e modificaria a taxa interna de retorno (TIR) do projeto. A sensibilidade da TIR poderia ser testada para outras variáveis importantes tais como as taxas de fertilidade, mortalidade até um ano, densidade pecuária nas pastagens, preços dos alimentos e preço do leite.

A análise de riscos tem, portanto, o objetivo de fornecer ao empresário informações mais completas sobre a margem de segurança do investimento proposto. Sabe-se que mesmo na ausência de inflação permanecem inúmeras outras fontes de incerteza quanto aos ganhos ou perdas potenciais (riscos) nos projetos de investimento. Vários modelos alternativos têm sido propostos na literatura moderna de análise de investimentos, que consideram a natureza estocástica dos projetos. Dentre estes é de especial interesse o modelo de simulação desenvolvido por HERTZ (27) usando a técnica de Monte Carlo^{1/}. Este modelo pode ser utilizado na avaliação dos projetos agropecuários sem maiores dificuldades e a baixo custo, dada sua relativa simplicidade. Sua utilização nesta pesquisa serve a dois propósitos: a) testar o efeito da análise de riscos sobre as decisões de aprovar ou não certo projeto; e b) demonstrar seu potencial para futuras avaliações feitas pelo sistema de crédito rural que atualmente conta com todas as facilidades

^{1/} Para uma discussão de modelos teóricos mais sofisticados, porém de mais difícil aplicação prática, veja ANDERSON et alii (1) e DILLON (17). Estes autores focalizam particularmente investimento no setor agrícola.

de computação necessárias. A seguir será apresentado um resumo do modelo de análise de riscos de Hertz.

2.4.3.1. Simulação estocástica ou de Monte Carlo

Na análise de sensibilidade descrita acima, provoca-se variações arbitrárias em variáveis selecionadas, pressupondo que tais variações "podem ocorrer", mas não se atribui uma probabilidade específica ao fenômeno. Ademais, provoca-se uma variação de cada vez, em cada variável escolhida, observando-se seu efeito isolado sobre a rentabilidade do investimento. Por exemplo, um projeto apresentou $TIR = 18\%$. Qual será o efeito de um ~~decrêscimo de~~ decrêscimo de 30% na renda bruta deste projeto sobre a TIR, resultante de uma queda nos preços dos produtos? Para responder esta pergunta recalcula-se a TIR usando uma renda bruta 30% menor. Dependendo da variação na TIR diz-se que o projeto é sensível (ou não) à queda nos preços. Preço

Pelo método de simulação de Monte Carlo desenvolvido por Hertz, atribui-se à variável escolhida para análise uma distribuição de probabilidades ou função densidade. Esta distribuição é construída com base na experiência do empresário e/ou analistas de projeto, usando estimativas subjetivas de probabilidade. A cada valor (ou conjunto de valores da variável) associa-se a probabilidade de sua ocorrência nas con

dições reais do projeto^{1/}.

A seguir retira-se um valor ao acaso de cada uma das distribuições de probabilidade obtidas no passo anterior. Estes novos valores substituem os valores originais nos fluxos de caixa do projeto base. Tem-se assim um "novo projeto" criado pela simulação no computador. Calcula-se, então, a TIR ou VP (ou qualquer outro indicador) usando este fluxo de caixa simulado.

Repete-se o procedimento acima de tal modo que, para cada conjunto de valores selecionados ao acaso das distribuições de probabilidade, tem-se um único valor recalculado da TIR (ou VP). Este processo é repetido algumas centenas de vezes até que se tenha uma distribuição de frequência da TIR (ou VP). Colocada sob a forma de uma distribuição acumulativa de probabilidades as estimativas da TIR permitirão que se faça referências mais seguras sobre o grau de risco que o empresário irá assumir ao tomar sua decisão sobre o investimento analisado. Por exemplo, certo projeto apresentou TIR = 25% na ausência de riscos. Após utilizar o modelo de simulação

^{1/} Quando se usa apenas um valor mais provável de cada variável, isto equivale a pressupor que tal valor é conhecido com certeza (probabilidade igual a 1). Do ponto de vista de tomada de decisão a utilização de probabilidades subjetivas melhora o nível das informações disponíveis porque, ao invés de se estimar apenas um ponto (valor) estima-se intervalos de variação da variável em estudo. Sobre a metodologia usada para identificar as distribuições de probabilidade veja POULIQUEN (41) e NORONHA (37).

será possível dizer qual a probabilidade de que este valor ocorrerá, sob as condições especificadas na análise. Se esta probabilidade for muito baixa esse projeto, antes considerado altamente atrativo, passa a ser visto com maior cautela, podendo até mesmo ser rejeitado pelo empresário.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTO

3.1. Fonte de dados

Para atender os objetivos estabelecidos partiu-se do estudo de todos os projetos do Programa Nacional de Desenvolvimento da Pecuária (PROPEC) cujas contratações por agentes financeiros foram comunicadas ao Grupo Regional de São Paulo, localizado em Campinas, no período de 1977 a 1980.

O PROPEC foi criado pelo Banco Central (Circular nº 334 de 26.01.77) em 1977 com a finalidade de incorporar os seguintes programas anteriores:

- . Programa Nacional de Pastagens (PRONAP) ;
- . Programa de desenvolvimento da Pecuária de Corte (PRODEPE) ;
- . Programa de Desenvolvimento da Pecuária de Corte no

Norte e Nordeste (PRODENOR) ;

- . Programa de Estímulos Técnicos e Financeiros do Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL) ;
- . Programa Especial para Formação de Pastagens sob Técnicas Modernas.

Este novo programa abrange todo o território nacional e "tem o objetivo de aumentar a produção e a produtividade pecuária, mediante implantação ou desenvolvimento de explorações, sob moldes empresariais" (PROPEC: 42). Exceto no caso de conflito, aplicam-se ao PROPEC todas as normas do Manual de Crédito Rural, portanto, as inferências derivadas do estudo deste caso, quanto à eficácia do sistema, serão válidas para os demais programas de crédito de investimento do SNCR, segundo as características propostas por Salter para utilização do método de estudo de caso.

As normas operacionais do crédito rural estabelecem, em geral, que o candidato a um financiamento escolha o Banco e algumas das unidades do Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (SIBRATER) com a finalidade de obter assistência financeira e técnica. Cabe ao agente financeiro julgar a proposta de financiamento "com base na ficha cadastral atualizada do candidato e das garantias oferecidas, ficando a viabilidade técnica a cargo da entidade de assistência". Cabe à unidade de assistência, também, elaborar o pro-

jeto usando os dados do proponente e o Roteiro Metodológico aprovado pela EMBRATER", e encaminhá-lo, a seguir, ao Grupo Regional de Coordenação (GRC) Supervisão e Fiscalização do PROPEC para análise e avaliação técnica e econômica. Se receber a aprovação do GRC o projeto é encaminhado ao agente financeiro. Este, entretanto, tem o direito de recusar, com as devidas justificativas, qualquer projeto aprovado pela Coordenadoria Regional. Desta forma, nem todas as propostas originais resultam em projetos elaborados e, destes, nem todos são efetivamente financiados. O Quadro 1 contém os dados referentes ao caso em estudo nesta pesquisa. Foram escolhidos para análise os 250 projetos cujas contratações foram comunicadas ao Grupo Regional de Coordenação.

Quadro 01. Situação das Propostas de Financiamento do PROPEC, em São Paulo, de 1978 a 1979.

I t e m	Número
Propostas recebidas	413
Projetos recebidos	349
Projetos reformulados	51
Projetos aprovados	297
Contratações comunicadas ao GRC	250
Financiamentos liquidados	2
Desistência da proposta	5

Fonte: Relatório Trimestral do PROPEC - Grupo Regional de Coordenação, Campinas, São Paulo.

3.2. Processamento dos dados e método de análise

Tendo em vista o elevado número de projetos estudados neste caso, fez-se numa primeira etapa, a tabulação e depuração dos dados que permitem caracterizar o sistema de avaliação econômica como tem sido utilizado pelo sistema de crédito rural. Identificados os principais critérios usados no sistema vigente, a etapa seguinte consistiu em calcular os indicadores de escolha derivados do modelo teórico discutido no capítulo 2, usando os dados dos projetos. A discussão dos resultados encontrados encontra-se no capítulo 4.

3.2.1. Análise descritiva

A caracterização do atual sistema foi feita sob a forma de distribuições de frequência das empresas rurais, segundo classes pré-estabelecidas do evento em estudo. Estes resultados foram apresentados no início do próximo capítulo.

3.2.2. Indicadores de escolha alternativos

Ao fazer a tabulação dos dados de caráter descritivo constatou-se que nenhum dos métodos convencionais de avaliação econômica de projetos de investimento foi utilizado.

Nem mesmo os métodos que não consideram o valor do dinheiro no tempo (isto é, aqueles que não fazem uso de técnicas de desconto e capitalização) foram utilizados. Procurou-se, portanto, usar os dois métodos descritos no modelo teórico (capítulo 2) para verificar se as decisões tomadas teriam sido diferentes, quanto à aprovação ou não destes projetos. Ao que tudo faz crer, o atual sistema de avaliação dá exagerada ênfase aos aspectos técnicos (elaboração do projeto) e à sua viabilidade financeira perante as instituições de crédito.

Desta forma, fazer a reavaliação usando métodos teoricamente mais precisos, permite testar a eficácia do atual sistema como meio de auxiliar o fazendeiro a tomar decisões de investimento. Este teste, entretanto, parte do pressuposto de que as informações utilizadas nos projetos são fidedignas. Além disto, em geral os projetos não apresentam todas as informações necessárias ao cálculo da taxa interna de retorno ou do valor presente. Foi necessário, portanto, fazer algumas pressuposições adicionais e adotar alguns critérios que permitiram os cálculos destes indicadores. Estes critérios serão descritos a seguir.

Observou-se, por exemplo, que os fluxos de caixa que constam dos projetos não são fluxos diferenciais, porque refletem receitas e despesas geradas por todo o rebanho existente sem o projeto mais aquelas que se devem ao projeto. Para fins de avaliação econômica, apenas os acréscimos advin-

dos da expansão do rebanho (que são os projetos típicos do PROPEC), ou seja, apenas os fluxos diferenciais são relevantes. Para gerar este fluxo diferencial era necessário que se conhecesse a receita líquida (ou fluxo líquido) que o rebanho original estava produzindo (e continuaria a produzir) mesmo sem o projeto de expansão ou melhoria do rebanho. Infelizmente este dado não consta dos projetos. Usou-se, então, nesta pesquisa, a receita líquida do primeiro ano do fluxo de caixa, no lugar da receita líquida esperada durante o horizonte de planejamento considerado (12 anos). Este valor foi subtraído do fluxo líquido existente em cada projeto para que se obtivesse o fluxo diferencial necessário para a avaliação econômica do projeto^{1/}. Este critério é bastante razoável porque de fato os investimentos em expansão de rebanhos bovinos de grande porte dificilmente geram receitas no primeiro ano, exceto nos casos de engorda em confinamento cuja rotatividade do capital é maior.

Obtido o fluxo de caixa, restava calcular a taxa de desconto a ser usada para estimar o valor presente de cada projeto. Esta taxa, conforme foi discutida na seção 2.4.2, é a taxa mínima de atratividade ou custo médio ponderado do capital para a empresa. Afortunadamente os projetos contêm dados sobre a taxa de juros nominal paga sobre o financiamento (capital externo) bem como a proporção do capital próprio em

^{1/} Este procedimento é amplamente usado nos projetos do Banco Mundial por exemplo, conforme mostram BROWN (12) e GITTINGER (25).

relação ao valor do passivo. Faltava apenas o custo do capital próprio que, obviamente, depende das oportunidades de investimento de cada empresa em particular, para que se pudesse calcular o custo médio ponderado do capital. Na impossibilidade de se conseguir esta informação usou-se como custo do capital próprio a taxa de 15% a.a. em termos reais. Este critério, naturalmente, limita o valor máximo da taxa de desconto a 15%, porquanto, nas condições do crédito rural em 1979 / 80, a taxa real de juros sobre o capital externo foi sempre negativa. Logo, quanto maior a proporção do capital externo (de crédito rural) na composição do passivo da empresa, menor foi a taxa de desconto (custo médio ponderado do capital) encontrada. Os valores encontrados encontram-se no Apêndice, juntamente com as TIRs e VPs correspondentes, de cada projeto.

3.2.3. Análise de riscos

Ao aplicar o método de Hertz para análise de riscos, descrito na seção 2.4.3.1. do capítulo anterior, foram consideradas aleatórias as seguintes variáveis:

- a) taxa de natalidade.
- b) preços dos produtos vendidos.
- c) custo operacional de produção.
- d) fluxo líquido do projeto do 8º ao 12º ano, isto é, após a estabilização do rebanho.

Na falta de melhores informações sobre as distribuições de probabilidade destas variáveis, decidiu-se usar a distribuição triangular para todas elas. Esta distribuição é bastante conveniente quando se dispõe de pouco conhecimento sobre as variáveis, já que é definida pelo valor mais provável ou moda (m) e dos valores mínimos, a , e máximo, b , assumidos pela variável x , além do fato de

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

cuja representação gráfica é mostrada na Figura 3.

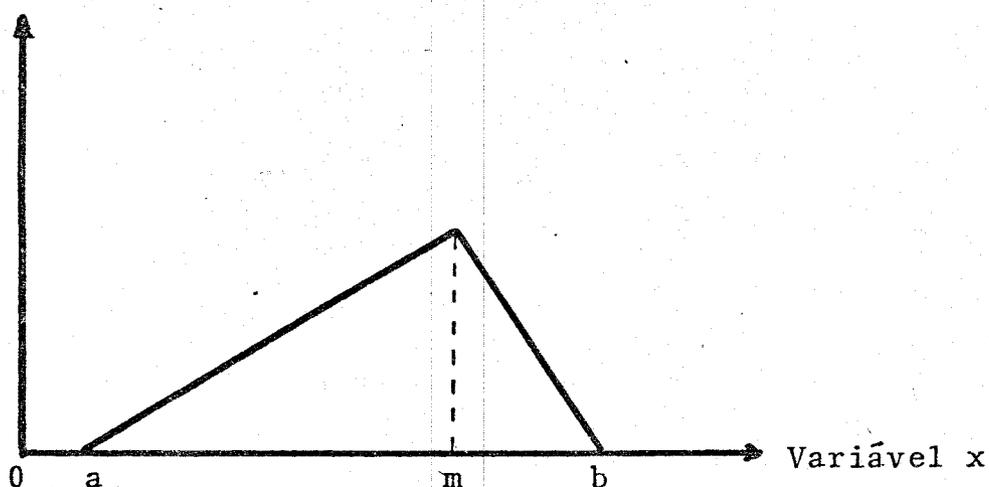


Fig. 3. Distribuição de Probabilidade Triangular (hipotética)

Considerou-se, nesta análise, que m é igual ao valor dado à variável pela equipe que elaborou e analisou o projeto original. Por exemplo, se em determinado projeto a taxa de natalidade usada foi 75%, fez-se então $m = 75\%$. Isto

porque, parece razoável admitir que os dados usados nos projetos são o resultado do melhor julgamento da equipe de elaboração e análise técnica, sobre sua probabilidade de ocorrência nas condições específicas de cada empresa. Não existem, todavia, dados sobre os outros dois valores que definem cada distribuição. Usou-se, então, critérios que refletissem, pelo menos aproximadamente a forma de cada distribuição. Esses critérios são apresentados a seguir, através da definição dos parâmetros mencionados (a, b e m) para cada variável:

a) Taxa de natalidade, em porcentagem.

$$a = 45 \quad \text{se} \quad m < 60$$

$$a = m - 15 \quad \text{se} \quad m \geq 60$$

$$b = m + 5 \quad \text{se} \quad m \leq 80$$

$$b = 85 \quad \text{se} \quad m > 80$$

onde m = valor da taxa de natalidade encontrada no projeto original. Pela definição acima a probabilidade de que a taxa de natalidade, em qualquer projeto, esteja fora do intervalo de 45% a 75% (inclusive) é zero. Além disto, a assimetria à esquerda reflete o fato de serem mais frequentes reduções na taxa de natalidade, a partir da moda (m), do que aumentos, sob condições de campo.

b) Preços dos Produtos Vendidos.

Neste caso considerou-se:

$$a = 0,85 \text{ m}$$

$$b = 1,05 \text{ m}$$

ou seja, o preço original (m) do produto em questão pode sofrer uma variação, em termos reais, de 15% para baixo e 5% acima, no máximo, em relação ao valor mais provável, do 1º ao 7º ano do projeto (período de expansão do rebanho). Esta distribuição foi usada para cada uma das categorias de animal vendido e para o preço do leite, quando este é um dos produtos do projeto. Para os anos 7 a 12 usou-se a distribuição do item (d) a seguir.

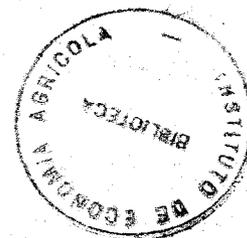
c) Custo Operacional.

Embora seja uma variável bastante agregada considerou-se razoável admitir uma pequena variação nesta variável, definindo-se:

$$a = 0,98 \text{ m}$$

$$b = 1,07 \text{ m}$$

isto é, o custo operacional mais provável (m) estimado pelos projetistas pode cair 2% ou aumentar 7% , no máximo.



d) Fluxo Líquido Após Estabilização do Rebanho

Em todos os projetos estudados o valor do fluxo líquido no 7º foi simplesmente repetido até o 12º. Entretanto, sabe-se que este fluxo continua sujeito a variações. Por isto fez-se, neste caso,

$$a = 0,90 m$$

$$b = 1,05 m$$

onde m = valor do fluxo obtido no 7º ano após a simulação dos valores dos itens (a), (b) e (c). Com isto se estende aos cinco anos finais do horizonte do projeto as fontes de risco consideradas até a estabilização do rebanho.

É preciso ressaltar, entretanto, que as distribuições de probabilidade usadas nesta pesquisa não são distribuições ideais (e por isso não podem ser tomados como recomendações) para aplicação prática futura. Sendo esta, talvez, a primeira tentativa de uso de simulação na avaliação econômica de projetos agropecuários, no Brasil, não foi possível encontrar resultados prévios que indicassem distribuições mais adequadas. O objetivo desta análise é, sobretudo, verificar a sensibilidade dos resultados da avaliação econômica quando se inclui, mesmo de forma aproximada, e tentativa, o fator risco. Acredita-se, contudo, que o desenvolvimento do método de análise

se, incluindo a criação do programa de computador^{1/} para realização desta pesquisa, serão suficientemente estimulantes para que outras pesquisas desenvolvam distribuições de probabilidades mais apropriadas a cada situação particular.

^{1/} O programa de simulação foi elaborado e testado pelo Eng^o Agr^o Adriano J.B.V. Azevedo Filho. Para o cálculo das TIR que constam do Apêndice, usou-se outro programa, desenvolvido pelo Eng^o Agr^o Ricardo Shirota. O autor agradece aos dois colegas pela extrema dedicação a esta tarefa.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo consta de três partes. A primeira contém uma descrição das principais características dos casos em estudo. A segunda discute o atual sistema de avaliação econômica, apontando suas principais deficiências. E a terceira parte, apresenta os resultados do método da taxa interna de retorno, aplicada aos dados dos projetos, com o objetivo de verificar se teria havido algumas modificações nos resultados das avaliações feitas no passado. Nesta reavaliação procurou-se, também, analisar como têm sido considerados os aspectos de inflação, taxa de atratividade e riscos, no sistema em uso atualmente, e suas consequências sobre a eficácia do programa de crédito, à luz do modelo teórico descrito na metodologia deste trabalho.

É necessário dizer, neste ponto, que nem todas os 250 projetos, cujas contratações pelos agentes financeiros foram comunicadas ao Grupo Regional de Coordenação do PROPEC

no Estado de São Paulo, puderam ser analisadas. Assim, o número de projetos varia um pouco de um quadro para o outro, conforme o tipo de informação apresentada nas análises seguintes. De fato, o número de projetos analisados variou de 240 a 242 conforme o tipo de dado que se procurava. Dos oito projetos restantes, seis não tinham cópia disponível nos arquivos e dois apresentavam os fluxos de caixa sem condições para análise econômica.

4.1. Principais características dos projetos estudados

Dos 242 projetos classificados segundo o tipo de pecuária contemplada pelo financiamento, 58% são de gado de corte, 21% de gado de leite, 20% de gado misto e apenas 1% de bubalinocultura (Quadro 02).

Quadro 02. Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo o Tipo de Pecuária. Estado de São Paulo, 1978/79.

Tipo de Pecuária	FREQUÊNCIA	
	Absoluta	Relativa
Gado de corte	140	58
Gado de leite	52	21
Gado misto	48	20
Bubalinos	2	1
TOTAL	242	100

Os projetos variam bastante em tamanho, quando medidos em termos de unidades-animal do rebanho estabilizado. Setenta e dois por cento são de menos de 500 unidades-animal (U.A.). E apenas 10% são de mais de 1.000 U.A. A maior frequência encontrada (39%) foi de projetos situados na classe de 200 a 500 U.A. (Quadro 03).

Quadro 03. Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo Classes de Tamanho do Rebanho (em unidades-animal) após Estabilização. Estado de São Paulo, 1978/79.

Tamanho do Rebanho (U.A.)	F R E Q U Ê N C I A		
	Absoluta	Relativa	
		Simple	Acumulada
50 |— 100	24	10	10
100 |— 200	56	23	33
200 |— 500	94	39	72
500 |— 1.000	45	18	90
1.000 |— 1.500	9	4	94
1.500 |— 2.000	5	2	96
2.000 |— 2.500	5	2	98
2.500 |— 6.000	4	2	100
50 |— 6.000	242	100	--

T. 150
USP/ESALQ
Departamento de Economia e
Sociologia Rural
BIBLIOTECA

Para fins de financiamento dos investimentos, a taxa de juros foi cobrada em função do total de responsabilidades da empresa (valor nominal do empréstimo solicitado mais as dívidas anteriores em vigor) segundo a tabela abaixo:

Até	1.000	MVR	15%
Mais de	1.000 até 5.000	MVR	18%
Acima de	5.000	MVR	21%

onde MVR significa: maior valor de referência vigente no País que em 1978 / 79 era de cerca de Cr\$2.000,00 .

Classificados em relação à taxa de juros declarada nos projetos verificou-se que 57% das empresas obtiveram empréstimos a 18% a.a., ou seja, predominaram produtores com nível médio de obrigações, seguidos dos pequenos (juros de 15% a.a.) com a frequência de 35% e as grandes (juros de 21%) abrangendo apenas 4%. Os 4% restantes não continham informações sobre a taxa de juros (Quadro 04).

Outra característica importante revelada pelos dados, para fins de avaliação, é a razão entre o valor do patrimônio líquido da empresa e o valor do passivo. Esta razão foi calculada, primeiramente, sem incluir o financiamento e depois incluindo o valor do financiamento no passivo da empresa.

Os resultados desse cálculo mostram (Quadro 05) um baixo grau de endividamento das empresas antes do financiamento, pois 81% delas encontravam-se na classe de 0,90 a 1,00

Quadro 04. Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Taxa de Juros Paga nos Financiamentos. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

Taxa de juro nominal	FREQUÊNCIA	
	Absoluta	Relativa
15% a.a.	95	35
18% a.a.	139	57
21% a.a.	9	4
Não informou	9	4
TOTAL	242	100

da razão Patrimônio Líquido (PL) / Passivo Total. Com o financiamento a porcentagem de empresas neste estrato caiu para 64%.

Observa-se, entretanto, que mesmo com os juros de 15% a 21% da época, quando as taxas de inflação estavam no patamar dos 40% e com tendência a crescerem, as empresas não conseguiam endividar-se muito. Note-se que a razão patrimônio líquido / passivo permanecia acima de 0,70 em 90% das empresas estudadas. Estas observações são de importância fundamental porque, conforme foi visto no capítulo 2, esta razão tem um efeito direto no custo do capital da empresa e consequente-

mente, na decisão de investimento.

Quadro 05. Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Razão Patrimônio Líquido / Passivo Total sem e com o financiamento. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

Razão entre Pat.Líq. / Passivo	Sem o financiamento		Com o financiamento	
	Freq. Absoluta	Freq. Relativa (%)	Freq. Absoluta	Freq. Relativa (%)
0,50 |— 0,60	0	0	4	2
0,60 |— 0,70	2	1	19	8
0,70 |— 0,80	11	5	59	24
0,80 |— 0,90	33	13	95	39
0,90 |— 1,00	195	81	64	27
0,50 |— 1,00	241	100	241	100

4.2. Método de avaliação utilizado atualmente

Uma das preocupações principais deste estudo foi verificar se o método de avaliação econômica em uso atualmente corresponde, de fato, aos critérios estabelecidos nas normas de crédito rural. Segundo a Resolução nº 580 de 19.11.79 do Banco Central, a avaliação econômica deveria constar de cálculo da capacidade de pagamento, caracterização e avaliação dos

bens oferecidos em garantia e cálculo da relação custo / benefício ou da taxa interna de retorno do projeto.

Da análise das NORMAS do PROPEC (42), dentre as quais se encontra um Roteiro para Elaboração do Projeto técnico, verifica-se que foi prevista a coleta dos dados necessários para os cálculos de rentabilidade dos investimentos e sua avaliação econômica. Mas a evidência empírica é de que apenas alguns aspectos da avaliação econômica proposta no Manual de Crédito Rural têm sido usados sistematicamente.

Em geral as informações coletadas pelas firmas de elaboração e assistência técnica, sobre a empresa rural, permitiram e foram efetivamente usadas no cálculo dos seguintes indicadores, em todos os projetos analisados:

- a) cálculo da razão patrimônio líquido / patrimônio bruto, discutida no item anterior deste capítulo;
- b) cálculo da expansão do rebanho e do fluxo líquido do projeto. Este cálculo foi feito, em todos os casos, usando o critério de preços constantes, a partir dos dados vigentes na época da elaboração do projeto (anos 78 e 79);
- c) cálculo da capacidade de pagamento da empresa. Este cálculo será discutido à parte, mais adiante, devido à importância que tem assumido no atual sistema de avaliação;

- d) determinação explícita do valor do financiamento obtido e das garantias oferecidas pelo empresário.

Além da capacidade de pagamento e da razão entre o valor das garantias e o valor do financiamento, nenhum outro indicador foi usado explicitamente na avaliação econômica. Encontrou-se, por exemplo, um único projeto em que a taxa interna de retorno foi calculada, mas não se fez qualquer interpretação do valor encontrado. Ademais, não se observou a citação ou uso de nenhum outro método de avaliação econômica, mesmo dentre aqueles que não se utilizam de técnicas de desconto como o período de recuperação de capital ou a taxa de retorno (médio) sobre o investimento.

Consequentemente, o sistema vigente de avaliação econômica de projetos agropecuários tem se baseado exclusivamente nos critérios de capacidade de pagamento e garantias oferecidas pelos mutuários. Quais são as consequências práticas deste sistema de avaliação? A resposta vai depender do ponto de vista de quem a avaliação está sendo feita.

Se a avaliação for feita do ponto de vista exclusivo do agente financeiro, o critério adotado até agora deixa pouco a desejar. Haja vista a relação observada entre o valor do financiamento e das garantias correspondentes. Dos 240 projetos que contêm estas informações, 70% apresentaram como garantia do financiamento um valor equivalente a mais de 2,5 o valor do financiamento (Quadro 06).

Quadro 06. Distribuição de Frequência das Empresas Segundo a Relação entre o Valor do Financiamento (F) e o Valor da Garantia (G) Oferecida para obtê-lo. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

Razão F/G	FREQUÊNCIA		
	Absoluta	Relativa (%)	
		Simples	Acumulada
0,02 |— 0,10	30	12,5	12,5
0,10 |— 0,20	51	21,2	33,7
0,20 |— 0,30	49	20,4	54,1
0,30 |— 0,40	38	15,8	69,9
0,40 |— 0,50	28	11,7	81,6
0,50 |— 0,60	22	9,2	90,8
0,60 |— 0,70	7	2,9	93,7
0,70 |— 0,80	10	4,2	97,9
0,80 |— 0,90	4	1,7	99,6
0,90 |— 1,00	1	0,4	100,0
TOTAL	240 ^{a/}	100,0	---

^{a/} Dois projetos não contêm esta informação.

A maioria dos mutuários (54%) apresentou uma razão F/G entre 0,10 e 0,30, ou seja, estes mutuários ofereceram garantias pelo menos cinco vezes o valor do financiamento

obtido. Desta forma, o risco assumido pelo agente financeiro é praticamente nulo em quase todos os financiamentos. Esta alta relação favorável ao agente financeiro explica a pouca ou nenhuma preocupação de sua parte com a análise de rentabilidade do investimento em particular, já que outros itens do ativo da empresa, geralmente diferentes da atividade financiada, entram como garantia do empréstimo.

Outra consequência imediata desta exagerada ênfase dada à razão garantia / financiamento é que até mesmo o cálculo da capacidade de pagamento tem sido feita com certo descuido.

Von PISCHKE (52) mostra que o cálculo capacidade de pagamento de uma empresa constitui elemento importante tanto do ponto de vista do agente financeiro como do mutuário, para se analisar propostas de financiamento. Isto porque, na medida em que a empresa rural seja bem sucedida reduz-se a probabilidade de inadimplência e, portanto, reduzem-se os custos do agente financeiro. Assim sendo, um estudo criterioso da capacidade de pagamento tenderia, até certo ponto, a reduzir a necessidade de garantias exageradas.

Na prática, o que tem se verificado, é uma tendência generalizada para se superestimar as receitas da empresa para que possa mostrar capacidade de pagamento. Esta superestimação surge principalmente como consequência de não se levar em conta o efeito da inflação sobre os fluxos de caixa.

A preocupação em "fechar o projeto", isto é, demonstrar capacidade de pagamento, força uma superestimação das receitas (através das produtividades e/ou dos preços) como consequência natural do método de cálculo observado em todos os projetos examinados. Como este cálculo é feito de forma semelhante em todos os roteiros de projeto conhecidos acredita-se que seja de uso corrente em todos os outros programas de crédito. Por esta razão vale demonstrar a fonte do erro observado nos cálculos.

As tabelas de capacidade de pagamento de um modo geral apresentam os seguintes itens, diferindo entre si apenas quanto aos detalhes^{1/}:

Os itens do quadro 07 podem ser resumidos pela seguinte notação:

R_t = receitas no ano t ($t = 1, 2, \dots, 12$).

RE_t = outras fontes de receitas no ano t .

F_t = valor do financiamento recebido no ano t .

E_t = total das entradas (recebimentos) no ano t .

D_t = despesas do projeto no ano t .

DF_t = despesas financeiras de compromissos anteriores, no ano t .

^{1/} O formato usado neste exemplo foi adaptado do PROPEC mas se assemelha aos demais programas de crédito.

Quadro 07. Fluxo de Caixa e Cálculo da Capacidade de Pagamento (Esquema de Cálculo)

	A N O				
	1	2	3	4	..... 12
1. Receitas do projeto	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	..... R ₁₂
2. Outras receitas da empresa	RE ₁	RE ₂	--	--	--
3. Total do financiamento proposto	F ₁	F ₂	--	--	--
4. TOTAL DAS ENTRADAS (1 + 2 + 3)	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	..... E ₁₂
5. Despesas do projeto (inv. + custeio)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	..... D ₁₂
6. Outros encargos financeiros da empresa	DF ₁	DF ₂	DF ₃	--	--
7. Juros do financiamento de custeio	JC ₁	JC ₂	JC ₃	JC ₄	..... JC ₁₂
8. Juros do financiamento de investimento	--	--	--	JI ₄	..... JI ₁₂
9. Outras despesas da empresa	DE ₁	DE ₂	--	--	--
10. TOTAL DAS SAIDAS (5 + 6 + 7 + 8 + 9)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₁₂
11. CAPACIDADE DE PAGAMENTO (Item 4 - Item 10)	CP ₁	CP ₂	CP ₃	CP ₄	..... CP ₁₂
12. Amortização do financiamento de custeio	--	--	--	AC ₄	..... A ₁₂
13. Amortização do financiamento de investimento	--	--	--	AF ₄	..... AF ₁₂
14. Amortização de juros capitalizados	--	--	--	AJC ₄	AJC ₁₂
15. TOTAL DE AMORTIZAÇÃO (12 + 13 + 14)	--	--	--	A ₄	..... A ₁₂
16. SALDO LÍQUIDO (Item 11 - Item 15)	SL ₁	SL ₂	SL ₃	SL ₄	..... SL ₁₂
17. Saldo líquido acumulado	SL ₁	(SL ₁ + SL ₂)	.....	.....	Σ SL _t t=1

Fonte: Adaptado do Roteiro para Elaboração de Projeto do PROPEC (42).

JC_t = juros sobre o financiamento de custeio no ano t .

JI_t = juros sobre o financiamento de investimento no ano t .

DE_t = outras despesas da empresa no ano t .

AC_t = valor da amortização do financiamento de custeio no ano t .

AF_t = valor da amortização do financiamento de investimento no ano t .

AJC = valor da amortização do juro capitalizado (quando houver) no ano t .

A_t = valor da amortização total no ano t .

SL_t = saldo líquido no ano t .

CP_t = capacidade de pagamento no ano t .

Ora, as diferenças $R_t - D_t$, que constituem o fluxo líquido original do projeto, apresentam, em todos os projetos convencionais, sinal negativo nos primeiros anos seguido de sinais positivos.

Ao incluir o valor do financiamento e de outras fontes (recursos próprios) nos primeiros anos, procura-se demonstrar que será possível eliminar o fluxo negativo, já que o financiamento só vai ser amortizado depois de alguns anos de carência. Em alguns casos até mesmo os juros são capitalizados durante o período de carência para viabilizar o aspecto fi

nanceiro do projeto. Assim sendo, a capacidade de pagamento é definida pela equação:

$$CP_t = (R_t + RE_t + F_t) - (D_t + DF_t + JC_t + JI_t + DE_t)$$

Diz-se que a empresa tem capacidade de pagamento se o valor CP_t for suficiente para amortizar as obrigações financeiras no ano t .

Ou seja, para demonstrar capacidade de pagamento procura-se distribuir os valores da amortização respeitadas as condições impostas pelo programa de crédito, de tal forma que o saldo líquido (SL_t) seja igual ou maior do que zero em qualquer ano. Aqui surge o problema de cálculo. Regra geral os fluxos de caixa do projeto (R_t e D_t) bem como o item ou tras receitas da empresa (RE_t) são calculados a preços constantes. Mas os fluxos financeiros (F_t , J_t e A_t) são expressos em valores nominais ou correntes^{1/}.

Portanto, a capacidade de pagamento implica em que

$$SL_t = CP_t - A_t \geq 0$$

para todos os valores de t . SL_t = saldo líquido medido em va

^{1/} Os cálculos do montante do financiamento e seu esquema de liberação bem como dos juros e amortização são feitos em termos nominais (valores correntes) porque refletem transações efetivas entre o mutuário e o agente financeiro. Em geral não existia correção monetária desses valores.

lores reais.

Note-se que, com base no Quadro 07, a capacidade de pagamento pode ser reescrita como:

$$CP_t = (R_t - D_t) + (RE_t - DE_t) + (F_t - DF_t - JC_t - JI_t)$$

onde $R_t - D_t$ representa o fluxo líquido do projeto em análise. Portanto, naqueles anos em que este fluxo líquido é negativo, espera-se que o financiamento e outras fontes de capital próprio sejam suficientes para cobrir os compromissos anteriores e os deste projeto. A partir do ano em que o fluxo líquido se torna positivo, espera-se que seu valor seja suficiente para amortizar os débitos criados pelo novo investimento e, naturalmente, remunerar o capital próprio. Este cálculo não oferece dificuldades quando todos os valores estão isentos do efeito da inflação (valores reais), ou todos sofrem o mesmo efeito da inflação (valores nominais). Na prática, o que se tem observado, em todos os casos estudados, é uma mistura de valores reais (preços constantes) e valores nominais. O fluxo líquido do projeto e outras fontes de recursos (RE_t) são calculados "a preços constantes", como uma proxy para preços reais e os fluxos financeiros (juros e amortizações) em valores nominais. Assim, quando a taxa de inflação, i , é positiva os fluxos financeiros tornam-se superestimados. Por exemplo, a taxa de juros a ser usada no cálculo de JF_t deveria ser a taxa real (r) e não a taxa nominal (j) usada em todos os projetos. A rela-

ção entre j e r , admitindo-se uma taxa de inflação anual média no período igual a i , é a seguinte:

$$r = \frac{j - i}{1 + i}$$

Portanto, quando a taxa de inflação é maior do que a taxa nominal de juros (conforme tem acontecido sistematicamente no crédito rural) r torna-se negativo e consequentemente $JF_t = r \cdot F_t$ são valores negativos. Quando se calcula $JF_t = j \cdot F_t$, conforme se verifica na prática (todos os casos observados foram calculados desta forma), o valor obtido é positivo.

De modo análogo as amortizações nominal (A_t^*) e real (A_t) estão relacionadas pela equação

$$A_t^* = A_t(1 + i)^t \quad \text{onde } A_t = AF_t + AC_t + AJC_t \quad \text{e}$$

A_t^* = amortização no ano t , em valores nominais. Assim, usar A^* no fluxo quando A_t deveria ser usado, superestima este item.

Desta forma, existe uma tendência natural do calculista em tentar ajustar os fluxos do projeto (normalmente aumentando as receitas, mas pode ser também reduzindo os custos, ou ambos) até que o saldo líquido (SL_t) seja positivo, demonstrando assim capacidade de pagamento.

Pode-se argumentar, por outro lado, que o valor do financiamento (F_t) também é incluído em valores nominais,

compensando os valores superestimados das saídas. Entretanto, sabe-se que o valor do financiamento é liberado em sua maior parte nos primeiros 2 ou 3 anos. Além disto, tanto as estimativas de custo como das receitas no primeiro ano já incluem pelo menos uma parte dos efeitos da inflação corrente na época da elaboração do projeto. Adicionalmente, quando há investimentos, por exemplo, no segundo ano, com valores superestimados, o ajustamento tem sido feito através da redução nos valores do item Outras Fontes (RE_t) de recursos próprios ao invés de afetar as alternativas dos investimentos previstos (D_1 e D_2 no exemplo).

Em outras palavras, o fluxo líquido de cada projeto agropecuário tem sido sistematicamente superestimado por causa do cálculo incorreto da capacidade de pagamento da empresa. Consequentemente, é de se esperar que, com base nas informações contidas nos projetos atuais, as taxas de retorno encontradas estejam também superestimadas.

Por esta razão as taxas internas de retorno foram calculadas usando os fluxos originais dos projetos e depois reduzindo-se 10% (que é um valor arbitrário) do fluxo líquido. Quando o fluxo líquido é negativo seu valor absoluto ficou aumentado de 10% numa tentativa de corrigir a subestimação provocada pela inflação existente nos primeiros anos. Quando o fluxo líquido é positivo a redução de 10% tenta corrigir, pelo menos parcialmente, os valores superestimados devido ao cálculo da capacidade de pagamento.

Outra razão forte para se acreditar que os fluxos de caixa apresentados nos projetos são estimativas otimistas é o fato de os preços de gado de corte em 1979 terem sido excepcionalmente altos. Talvez preços um pouco mais baixos, tivessem sido mais razoáveis no cálculo dos fluxos dos projetos de gado de corte e mistos. Quanto ao gado de leite, entretanto, não se pode afirmar o mesmo, com segurança.

4.3. Reavaliação dos projetos usando a Taxa Interna de Retorno e Valor Presente

Para reavaliar os projetos estudados calculou-se, em primeiro lugar, a taxa mínima de atratividade (custo médio ponderado do capital) de cada empresa. Todos os projetos que apresentam taxa interna de retorno (TIR) igual ou maior do que a taxa mínima de atratividade (TMA, no caso medida pelo CMPC) são aceitos, do contrário, isto é, se $TIR < CMPC$ o projeto é (ou deveria ter sido) rejeitado. Ou, o que é equivalente, nos casos de projetos independentes, se o valor presente (VP_k) for positivo, quando calculado usando o CMPC como taxa de desconto, então o projeto é aceito. Se for negativo, nas mesmas condições de cálculo, é rejeitado.

4.3.1. Taxa Mínima de Atratividade

Os resultados mostram (Quadro 08) que apesar do elevado subsídio via taxa de juros, nenhuma empresa conseguiu tornar o custo de seu capital igual a zero. Apenas três empresas reduziram seu custo médio do capital abaixo de 2,5% ao ano, estando em condições, portanto, de aprovar projetos marginais de baixa rentabilidade.

Outro ponto a ser notado, neste quadro, é que a maioria das empresas apresentam CMPC acima de 10% , sendo que o limite máximo permitido pelo critério de cálculo seria 15%. Ao observar a distribuição das empresas segundo o juro pago, nota-se, também, que pagar juro nominal menor (15% ao ano) não significa, necessariamente, que se conseguiu menor custo médio. Em outras palavras, as firmas relativamente menores tiveram (provavelmente) acesso ao financiamento de 15% mas nem por isto seus custos foram menores, pois 78% delas apresentaram custo médio do capital igual ou maior do que 10%. Proporção esta praticamente igual à das empresas que obtiveram financiamento a 18% de juros nominais. Esta compensação entre os dois grupos se deve exatamente à maior capacidade de endividamento (crédito) das empresas maiores.

Quadro 08. Distribuição de Frequência das Empresas segundo o Custo do Capital e o Juro do Crédito Rural. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

Custo Médio Ponderado do Capital (%)	Juro do Crédito Rural			Frequência (Total)		
	15%	18%	21%	Absoluta	Relativa (%)	
					Simple	Acumulada
0 |— 2,5	0	2	1	3	1	1
2,5 |— 5,0	8	5	1	14	6	7
5,0 |— 7,5	11	21	0	32	14	21
7,5 |— 10,0	23	30	2	55	24	45
10,0 |— 12,5	28	50	1	79	35	80
12,5 |— 15,0	15	29	2	46	20	100
TOTAL	85	137	7	229	100	--

4.3.2. Taxa Interna de Retorno

Após preparar os fluxos diferenciais e efetuar os cálculos encontrou-se, com base nos dados originais de 242 projetos, que 27 (ou 11%) apresentam taxas internas de retorno negativas (Quadro 09), outros sete apresentam TIR menor que 5%. Ou seja, 14% dos projetos apresentam TIR menor 5%.

A maior frequência observada foi de projetos com

Quadro 09. Distribuição de Frequência dos Projetos Segundo a Taxa Interna de Retorno, PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

Taxa Interna de Retorno (%)	Fluxo Líquido Original		Fluxo Líquido Reduzido de 10%	
	Freq. Absoluta	Freq. Relativa	Freq. Absoluta	Freq. Relativa
	Simple	Simple Acumul.	Simple	Simple Acumul.
Abaixo de 0	27	11,2	29	12,0
0	7	2,8 ⁰	11	4,5
5	14	5,8	40	16,5
10	39	16,1	41	17,0
15	45	18,6	43	17,8
20	36	14,9	32	13,2
25	26	10,7	19	7,9
30	18	7,4	9	3,7
35	9	3,7	3	1,2
40	3	1,2	9	3,7
45	10	4,2	1	0,4
50	3	1,2	1	0,4
55 ou maior	5	2,1	4	1,7
TOTAL	242	100,0	242	100,0

retornos entre 10% e 30% . Mas, destaca-se o fato de 20% dos projetos estarem abaixo de 10% de retorno. Quando se faz a correção nos fluxos de caixa, esta porcentagem de projetos com baixa rentabilidade (abaixo de 10%) aumenta para 33%. Observe-se, também, que a correção destinada a compensar valores superestimados aumentam de 27 para 29 o número de projetos com retorno negativo.

Todavia, esta classificação por nível de rentabilidade não permite dizer com segurança quantos projetos seriam aceitos usando o método da TIR, a menos que se compare cada um deles com o custo do capital da empresa correspondente.

Esta comparação foi feita e apresentada no Quadro 10. Como não foi possível calcular o custo médio ponderado do capital (K) para treze empresas usou-se, nestes casos, o critério de rejeitar os projetos com $TIR < 10\%$ e aceitar os demais desta classe.

Dentre os projetos cujo valor de K não é conhecido quatro apresentam retorno negativo, passando a fazer parte, portanto, dos 27 projetos rejeitados por apresentarem TIR menor do que zero. Outros 23 também foram rejeitados pelo confronto direto da TIR com o valor de K e apenas um foi rejeitado pelo critério TIR menor do que 10%. Desta forma, o critério da TIR, se tivesse sido usado pelo sistema brasileiro de avaliação econômica de projetos agropecuários teria deixado de aprovar, no caso do PROPEC em São Paulo, pelo menos 20% dos projetos.

Quadro 10. Número e Proporção de Projetos Aprovados e Rejeitados na Reavaliação Econômica. PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

COMPARAÇÃO	Sem modificação no fluxo líquido			Com redução de 10% no fluxo líquido		
	N	%	Decisão	N	%	Decisão
$TIR \geq K$	183	75,6	Aprovados	160	66,1	Aprovados
$0 < TIR < K$	23	9,5	Rejeitados	44	18,2	Rejeitados
$TIR < 0$	27	11,2	Rejeitados	29	12,0	Rejeitados
$TIR > 10\%$	8	3,3	Aprovados	8	3,3	Aprovados
$0 < TIR < 10\%$	1	0,4	Rejeitados	1	0,4	Rejeitados
TOTAL	242	100,0	---	242	100,0	---

Esta proporção de projetos rejeitados aumenta para pelo menos 30% , quando se faz uma correção de 10% nos fluxos líquidos para compensar parte dos problemas de superestimação de receitas descritos na seção 4.2.

A conclusão principal que se obtém da reavaliação dos projetos estudados neste caso, é que não se pode rejeitar a hipótese levantada no início deste trabalho. Em síntese, o atual sistema de avaliação de projetos utilizado pelo sistema de crédito rural tem aprovado uma proporção significativa

de projetos que deveriam ter sido rejeitados pelo empresário. Mas, o fato evidente de que as taxas de juros do crédito rural constituem um meio eficiente de reduzir o custo médio do capital da empresa continua sendo um incentivo para que os empresários continuem dispostos a pagar pela elaboração dos projetos agropecuários. Todavia, como consequência natural da baixa atratividade de muitos projetos elaborados e apresentados aos empresários, há grande incentivo para que os recursos destinados a estes projetos sejam desviados para alternativas de investimento mais rentáveis.

Esta divergência entre a avaliação feita pelo atual sistema de avaliação e aquela que realmente responde aos interesses do agricultor torna-se tão mais importante quanto maior for o custo do crédito para a empresa. Porque, a persistir a tendência recente de retirada dos subsídios ao crédito, via correção monetária (ou via desaceleração do processo inflacionário) a taxa mínima de atratividade (K) para as empresas rurais deverá aumentar. Com isto maior proporção de projetos será, provavelmente, aprovada se persistir o atual sistema de avaliação, quando deveriam ser rejeitados do ponto de vista de sua rentabilidade para o empresário rural.

Uma das hipóteses que se pode derivar dos resultados desta reavaliação é que os desvios de crédito - em relação às atividades para os quais tinha sido destinados nos projetos - deve-se em grande parte à falha na escolha das melho-

res alternativas de investimento dentro da empresa. Com um sistema mais eficiente de avaliação econômica é possível aumentar a eficácia do sistema de crédito, conforme definida por SAYAD (45), porque permite selecionar entre os projetos elaborados, aqueles de maior rentabilidade, permitindo assim que se faça a seleção de melhores alternativas de investimento dentro da empresa rural.

Resultados ainda mais convincentes são obtidos quando se introduz o fator risco. Apenas como ilustração, usou-se o método de simulação em um projeto de pecuária de corte cuja taxa interna de retorno encontrada, sem considerar riscos, foi de 12%. Este projeto pertence a uma empresa que apresentou custo médio de capital de 9%, portanto, foi aprovado pelo critério da TIR, com certa margem (desconhecida) de segurança.

Ao se fazer a simulação, usando os dados do projeto e o procedimento descrito na seção 3.2.4 obteve-se o seguinte resultado, para os 300 valores gerados ao acaso de cada uma das variáveis aleatórias consideradas (Quadro 11).

O resultado demonstra que, se prevalecerem as condições de risco descritas no procedimento desta pesquisa, o projeto em estudo é altamente arriscado. Através da simulação é possível ver que a probabilidade do empresário obter $TIR \geq 12\%$ será de apenas 5% (Quadro 11).

Fazendo-se a comparação com o custo do capital

Quadro 11. Distribuição de Frequência das Taxas Internas de Retorno Simuladas de Um Projeto de Pecuária de Corte. PROPEC, Estado de São Paulo, 1977/79.

Taxa Interna de Retorno (%)		F R E Q U Ê N C I A		
		Absoluta		Relativa (Probabilidade)
		Simplex	Acum.	Acumulada (%)
1,0	→ 1,5	2	2	0,0067
1,5	→ 2,0	2	4	0,0133
2,0	→ 2,5	1	5	0,0167
2,5	→ 3,0	1	6	0,0200
3,0	→ 3,5	9	15	0,0500
3,5	→ 4,0	1	16	0,0533
4,0	→ 4,5	4	20	0,0667
4,5	→ 5,0	9	29	0,0967
5,0	→ 5,5	10	39	0,1300
5,5	→ 6,0	13	52	0,1733
6,0	→ 6,5	17	69	0,2300
6,5	→ 7,0	11	80	0,2667
7,0	→ 7,5	20	100	0,3333
7,5	→ 8,0	23	123	0,4100
8,0	→ 8,5	32	155	0,5167
8,5	→ 9,0	27	182	0,6067 *
9,0	→ 9,5	19	201	0,6700
9,5	→ 10,0	20	221	0,7367
10,0	→ 10,5	21	242	0,8067
10,5	→ 11,0	20	262	0,8733
11,0	→ 11,5	13	275	0,9167
11,5	→ 12,0	9	284	0,9467 **
12,0	→ 12,5	10	294	0,9800
12,5	→ 13,0	1	295	0,9833
13,0	→ 13,5	4	299	0,9967
13,5	→ 14,0	0	299	0,9967
14,0	→ 14,5	0	299	0,9967
14,5	→ 15,0	1	300	1,0000

para a empresa ($K = 9\%$) nota-se que a probabilidade da TIR superar este valor é de 39%. Esta informação, obviamente, é muito mais completa, para fins da tomada de decisão por parte do empresário, do que o conhecimento anterior, de que a TIR = 12%.

Ressalte-se, ainda, que o custo do processamento dos dados para se obter esta informação adicional, através da simulação, é irrisório uma vez elaborado o programa. Portanto, é possível, nas condições brasileiras, não só melhorar o sistema de avaliação econômica dos projetos agropecuários mas, também, tornar esta tecnologia mais atrativa para os empresários do setor agrícola.

CAPÍTULO 5 - RESUMO E CONCLUSÕES

Ao criar o Sistema Nacional de Crédito Rural em 1965 o Brasil iniciou uma política agressiva de financiamento da produção e comercialização de produtos agrícolas. Na área da produção, especificamente, os objetivos desta política, têm sido: a introdução de tecnologia moderna, formação de capital e aumento da produtividade no setor.

Esta mobilização de recursos financeiros se fez através dos sistemas bancário e de assistência técnica oficial e privados. Como principal meio de acesso aos recursos do crédito rural foi exigida a elaboração, análise e avaliação de projetos (de custeio, investimento e comercialização) destinados a racionalizar o uso dos recursos públicos e privados. Cabe ao Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (SIBRATER) o papel de orientar o empresário rural no sentido de obter os recursos do crédito rural e ao mesmo tempo lhe

oferecer a assistência técnica durante a implantação dos projetos financiados.

Esta vinculação dos recursos financeiros com a assistência técnica, via projetos agropecuários, tem sido o principal meio usado para levar nova tecnologia ao produtor rural. Do ponto de vista teórico o papel dos projetos, dentro desta política, é plenamente justificável, desde que sejam usados como instrumentos auxiliares no processo de escolha entre alternativas de investimento por parte dos agricultores. Este fato foi reconhecido, explicitamente, já no II PND e transformado em normas operacionais, pelo Banco Central, através do Manual de Crédito Rural.

Uma das características fundamentais da política de crédito rural tem sido o subsídio dado aos agricultores via taxa de juros reais negativas. A validade deste subsídio tem sido bastante discutido na literatura. Alguns autores argumentam que o subsídio é necessário para compensar o setor agrícola, pelo menos parcialmente, pelos sacrifícios que lhe têm sido impostos através da sobrevalorização da taxa de câmbio, o controle de preços e outras formas de taxaço de diversos produtos agropecuários. Há, também, aqueles que consideram o subsídio ao crédito de fato e transferido, em grande parte, para o setor industrial produtor dos insumos modernos utilizados na agricultura. A partir de 1979/80 tem aumentado o número de defensores da tese de que o subsídio está sendo inócuo e portanto, deveria ser gradualmente eliminado.

Apesar de sua reconhecida importância na execução da política de crédito, praticamente nenhum esforço de pesquisa foi feito no sentido de analisar o papel dos projetos agropecuários, até o momento. Em princípio a avaliação econômica destes projetos tem por objetivo indicar alternativas de aplicação de recursos, na empresa rural, de rentabilidade esperada satisfatória para o agricultor. Com isto estariam assegurados os objetivos da política de crédito e dos agricultores simultaneamente. O que se verificou na prática, entretanto, foi uma divergência entre as previsões feitas nos projetos e a utilização dos recursos financeiros a elas destinados. Fenômeno este hoje conhecido como "desvio" de crédito rural.

Dado que as pesquisas mostravam "desvios" de recursos financeiros, seria lógico questionar o papel dos projetos agropecuários na política de crédito. Afinal de contas eles constituem o instrumento que permite um acompanhamento direto do uso dos recursos empresa por empresa via assistência técnica.

Esta pesquisa teve como objetivo central mostrar que os projetos agropecuários têm sido usados de modo ineficiente como instrumento de política agrícola, sobretudo devido ao sistema de avaliação econômica utilizado atualmente. Foi enfatizado, também, o fato de que, na ausência (ou decréscimo) do subsídio ao crédito, a avaliação econômica torna-se imprescindível tanto do ponto de vista dos empresários rurais

como do sistema financeiro. Porque o aumento do custo do capital para as empresas implica em maiores custos das decisões erradas de investimento. E a escolha de alternativas de rentabilidade duvidosa não interessa a nenhum dos três grupos interessados nos programas de crédito: fazendeiros, bancos e a sociedade.

Usou-se o método de estudo de caso aplicado ao sistema de avaliação econômica do Programa Nacional de Desenvolvimento da Pecuária (PROPEC) em São Paulo, como teste das hipóteses levantadas sobre o sistema vigente em todo o País. A hipótese principal é que os métodos usados atualmente não são consistentes com os objetivos propostos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural, que visam assegurar a escolha de alternativas rentáveis de investimento. Portanto, uma proporção substancial dos projetos aprovados não satisfaz os níveis de rentabilidade esperados pelos empresários rurais. Consequentemente, tem persistido grande incentivo para o desvio de recursos financeiros das atividades que constam dos projetos para outros dentro (e fora) da empresa rural.

Após uma resenha da origem do atual sistema de avaliação econômica e de suas características principais, fez-se a reavaliação de 242 projetos usando-se os métodos da taxa interna de retorno (TIR) e do valor presente (VP) ou valor atual líquido. Como parte destes métodos foi necessário discutir os principais aspectos de inflação, taxa de desconto e

riscos que tem sido negligenciados pelo sistema vigente.

A taxa de desconto utilizada foi o custo médio ponderado do capital, calculado pela fórmula

$$K = \alpha K_p + (1 - \alpha) K_e$$

onde α = proporção do capital próprio no valor total do passivo da empresa; K_p = custo do capital próprio e K_e = custo do capital externo (crédito rural) em termos reais; e K = custo médio ponderado do capital, usado como taxa mínima de atratividade de novos investimentos da empresa.

O critério de decisão foi aprovar todo projeto que apresentasse $TIR \geq K$ ou alternativamente, que tivesse valor presente igual ou maior do que zero, quando calculado com taxa de desconto igual a K . Caso contrário, o projeto seria rejeitado. Este critério foi utilizado na reavaliação após ser constatado, na análise dos dados, que nenhum método de avaliação baseado em técnicas de desconto foi usado pelo atual sistema de avaliação econômica.

Quando classificados em classes de valor do custo do capital encontrou-se que 7% das empresas conseguiram reduzir seu custo do capital de 15% a.a. (valor considerado como custo do capital próprio) para menos de 5% a.a., utilizando-se do crédito subsidiado. Mas nenhum caso foi observado de custo zero ou negativo. No entanto, ao se estimar as

TIR dos projetos estudados (e aprovados pelo atual sistema) verificou-se que 11,2% apresentam TIR negativas. Se se admite uma redução (justificável, conforme foi mostrada no capítulo anterior) no fluxo líquido, então a porcentagem de projetos com taxas negativas aumenta para 12%. E os de TIR menor que 10% passam de 20% para 33% quando se altera os fluxos líquidos dos projetos para compensar valores superestimados das receitas.

Ao se confrontar, projeto por projeto, a TIR com a taxa mínima de atratividade, verificou-se que 20% deveriam ter sido rejeitados, se este método tivesse sido usado nas avaliações originais. Resultado idêntico é obtido adotando-se o critério de valor presente negativo, já que cada projeto é julgado independentemente dos demais.

Os resultados obtidos permitem concluir que, de fato, o sistema vigente de avaliação econômica dos projetos agropecuários, baseado essencialmente na análise da capacidade de pagamento e das garantias demonstradas pela empresa, não consegue evitar a aprovação de uma quantidade substancial de projetos de rentabilidade abaixo do custo do capital da empresa. Consequentemente as empresas que implantaram tais projetos estarão se descapitalizando. As que não implantaram, tomando a decisão correta, nesses casos de baixa rentabilidade, estão classificadas entre as que "desviaram" crédito. Como a proporção de empresas com projetos de baixa rentabilidade é relativamente grande, conclui-se, também, que o valor do desvio efetivo

do crédito rural tem sido superestimado, desde que o desvio se ja redefinido tendo-se como ponto de referência apenas os projetos rentáveis e não todos os que têm recebido financiamento.

Quanto ao uso de simulação, como meio de introduzir o fator risco na avaliação econômica, ficou demonstrado que esta técnica é perfeitamente viável (técnica e economicamente) nas condições brasileiras. A TIR foi drasticamente reduzida quando se considerou a possibilidade de haver variações aleatórias na taxa de natalidade, preços dos animais vendidos e custos operacionais de produção na pecuária de corte. Portanto, o número de projetos que deveriam ser rejeitados seria ainda maior do que os 20% obtidos na análise anterior, se forem consideradas as fontes de risco discutidas.

LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, J.R.; J.L.DILLON e B.HARDAKER, 1977. Agricultural decision analysis. Ames, The Iowa State Univ. Press, 344 pp.
2. APLIN, R.D.; G.L.CASLER e C.P.FRANCIS, 1977. Capital investment analysis - using discounted cash flows. Columbus, Grid Pub. Inc., Second Edition, 158 pp.
3. ARAUJO, PAULO F.C. DE, 1980. Análise da Política de Crédito à Agricultura Brasileira, Piracicaba, ESALQ / USP (Tese de Livre-Docente), 225 pp.
4. AZEVEDO FILHO, A.J.B. e F.C.PERES, 1982. Competitividade da Cultura da Soja em uma Empresa da Região de Campinas, SP, Pesquisa Agropecuária Brasileira, 17(4):7 pp. (no prelo).

5. BACHA, EDMAR L. *et alii*, 1972. Análise governamental de projetos de investimento no Brasil: procedimentos e recomendações. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 2a. ed., 206 pp.
6. BAKER, C.B., 1968. Credit in the production organization of the firm. American Journal of Agricultural Economics, 50(3):507-521.
7. BARBOSA, T., 1976. Avaliação de Projetos Agropecuários, Viçosa, MG, Univ. Federal de Viçosa (mimeografado), 64 pp.
8. BARRY, PETER, JOHN A.HOPKIN e C.B.BAKER, 1979. Financial management in agriculture, Danville, Illinois, Interstate Printers and Publishers, Second edition, 430 pp.
9. BELCHIOR, P.G.O., 1974. Planejamento e Elaboração de Projetos, Rio de Janeiro, Cia. Editora Americana, 2a. ed., 195 pp.
10. BIERMAN Jr., H. e S.SMIDT, 1980. The Capital Budgeting Decision, New York, Mac Millan, 246 pp.
11. BRANDÃO, ERLY D., 1961. Apontamentos de Administração da Empresa Rural, Viçosa, UREMG - ESA, 108 pp.
12. BROWN, MAXWELL, L., 1979. Farm Budgets - from farm income analysis to agricultural project analysis. Baltimore, The Johns Hopkins Univ. Press, 136 pp.

13. BUSSEY, LYNN E., 1978. The economic analysis of industrial projects. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, Inc., 491 pp.
14. CASLER, GEORGE L., 1979. The Cost of Capital. North Central Farm Mgt Ext. Workshop. Manhattan, Kansas, 6 pp.
15. CONTADOR, CLAUDIO, 1981. Avaliação Social de Projetos. São Paulo, Ed. Atlas S.A., 301 pp.
16. COSTA REGO, A.J. e C.L.WRIGHT, 1981. Uma Análise da Distribuição do Crédito Rural no Brasil. Revista de Economia Rural, 19(2):217-238.
17. DILLON, J.L. e C.PERRY, 1977. Multiattribute Utility Theory, Multiple Objectives and Uncertainty in ex ante Project Evaluation. Review of Marketing and Agricultural Economics, 45(1 e 2):3-27.
18. ECHEVARRIA, BOAVENTURA, 1981. Elaboração de Projetos Agropecuários. São Paulo, Livraria "Veras" Ltda., 210 pp.
19. FARO, CLOVIS DE, 1972. Engenharia Econômica - elementos. São Paulo, APEC Editora, 338 pp.
20. FARO, CLOVES e L.SOARES, 1978. A flexible sufficient condition for a unique non-negative internal rate of return. The Engineering Economist, 23(2):117-127.

21. FERGUSON, C.E., 1981. Teoria Microeconômica, Rio de Janeiro, Ed. Forense Universitária, 610 pp.
22. FLEISCHER, G.A., 1973. Teoria da Aplicação do Capital: um estudo das decisões de investimento. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 272 pp.
23. FRIEDMAN, MILTON, 1971. Teoria dos preços, Rio de Janeiro, APEC Ed. S/A., 288 pp.
24. FRISCH, RAGNAR, 1965. Theory of Production, Chicago, Rand Mc Nally & Co., 370 pp.
25. GITTINGER, JAMES PRICE, 1979. Economic Analysis of Agricultural Projects. Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press.
26. HEADY, EARL O., 1952. Economics of Agricultural Production and Resource Use. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, Inc., 850 pp.
27. HERTZ, D.B., 1964. Risk Analysis in Capital Expenditure Decisions. Harvard Business Review, 42(1):95-106.
28. HOFFMANN, R. *et alii*, 1978. Administração da Empresa Agrícola. São Paulo, Ed. Pioneira, 2a. edição, 323 pp.

29. HOLANDA, A. NILSON, 1975. Planejamento e Projetos. Rio de Janeiro, APEC, 2a. edição, 402 pp.
30. JENSEN, HARALD R., 1977. Farm Management and Production. Economics 1946-70. IN: A Survey of Agricultural Economics Literature, editado por LEE R. MARTIN, Minneapolis, Univ. of Minnesota Press, 540 pp.
31. JOHNSON, GLENN L., 1977. Philosophic Foundations of Agricultural Economics Thought. East Lansing, MSU, 100 pp. (mimeogr.).
32. LAURENTI, ANTONIO C., 1981. Combinação de Atividades Agrícolas e Alocação de Recursos sob Condições de Risco. Piracicaba, DESR / ESALQ (Dissertação de Mestrado não publicada), 116 pp.
33. LITTLE, I.M.D. e J.A.MIRRLEES, 1974. Project appraisal and planning for developing countries. New York, Basic Books, 388 pp.
34. LOPES, MAURO DE REZENDES, 1979. Política monetária e crédito rural. Revista de Economia Rural, 17(1):19-50.
35. MOLDAU, JUAN H., 1981. Avaliação de Projetos. São Paulo, T.A. Queiroz, Editor, 137 pp.

36. NICOL, DAVID J., 1979. The impact of inflation on present value analysis. Business Economics, 14(3):33-38.
37. NORONHA, JOSÉ F., 1981. Projetos Agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica. Piracicaba, FEALQ, 274 pp.
38. OECD, 1969. Needs in Specialist Personnel for the Preparations and Evaluation of Investment Projects-Athens 21st - 25th October 1968. Paris, OECD, 126 pp.
39. PIRES E PERES, A.R., 1981. Baixa Produtividade do Milho com a Consequência da Tomada de Decisão sob Condições de Risco na Agricultura. Piracicaba, SP, DERS / ESALQ (Dissertação de Mestrado), 118 pp.
40. II PND, 1974. II Plano Nacional do Desenvolvimento Econômico - 1975/79. Rio de Janeiro, Sec. Planejamento, 134 pp.
41. POULIQUEN, L.Y., 1970. Risk Analysis in Project Appraisal. Baltimore, Johns Hopkins Press, 79 pp.
42. PROPEC, 1977. Normas Operacionais de Assistência Técnica. Brasília, EMBRATER, 8 pp. e 9 anexos.
43. ROSENFELD, FELIX, 1969. Vide OECD (38).

44. SALTER Jr., L.A., 1967. A Critical Review of Research in Land Economics. Medison, The Univ. of Wisconsin Press, 258 pp.
45. SAYAD, JOÃO, 1978. Crédito Rural no Brasil, São Paulo, FIFE - USP, 93 pp.
46. SAYAD, JOÃO, 1977. Planejamento, Crédito e Distribuição da Riqueza. Estudos Econômicos, 7(1):3-94.
47. SILVA, JOSÉ T., 1978. Crédito Rural Educativo e Seus Problemas: Uma proposição para estudos. Revista de Economia Rural, 16(4):60-76.
48. SILVA, JOSUÉ L., 1967. Administração Rural, Viçosa, Ed. UFV, 231 pp.
49. SIMONSEN, MARIO H., 1969. Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 4 vol.
50. UNIDO, 1972. Guidelines for Project Evaluation. New York, United Nations, 383 pp.
51. U.N.O., 1958. Manual on Economic Development Projects. New York, United Nations.

52. Von PISCHKE, J.D., 1976. The Quantification of Farm Debt Capacity. Washington, D.C., EDI, CN-21, BIRD, 35 pp. (mimeog.).
53. WAUGH, F.V., 1953. Applicability of Recent Developments in Methodology to Agricultural Economics. Journal of Farm Economics, 33:692-706.
54. YANG, W.Y., 1965. Methods of Farm Management Investigations. Rome, Italy, FAO, United Nations, 258 pp.

A P Ê N D I C E

Resultados dos cálculos dos indicadores de escolha apresentados no texto:

TIR(1) = taxa interna de retorno calculada usando os dados do projeto, segundo os critérios expostos no capítulo 3.

K = custo médio ponderado do capital da empresa calculado pela fórmula

$$K = \alpha K_p + (1 - \alpha) K_c$$

onde,

α = proporção do valor do patrimônio líquido da empresa em relação ao valor do Passivo.

K_p = custo do capital próprio em termos reais.

K_c = custo do capital obtido do crédito rural em termos reais.

VP(K) = valor presente (ou valor atual) do projeto calculado usando a taxa de desconto K.

TIR(2) = taxa interna de retorno calculada com o fluxo líquido original subtraído de 10% de seu valor.

** = taxa interna de retorno negativa.

... = valor desconhecido.

APÊNDICE - Resultados da Reavaliação Econômica dos Projetos do PROPEC, Estado de São Paulo, 1978/79.

PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = K (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
001	40	9,48	4.981.578	34
002	24	12,85	691.960	19
003	39	10,70	4.709.657	33
004	13	12,57	43.536	9
005	25	11,05	2.127.276	21
006	20	..	..	15
007	12	11,32	102.177	7
008	18	13,68	287.754	14
009	16	12,54	809.548	12
010	9	12,24	-375.480	6
011	19	9,78	1.399.454	15
012	22	..	..	17
013	23	14,14	2.752.096	18
014	10	..	..	6
015	**	..	..	**
016	36	8,75	6.795.506	30
017	23	13,16	606.508	19
018	23	13,47	552.648	19
019	50	7,02	3.165.400	41
020	16	..	..	12
021	20	8,86	809.105	15
022	16	11,32	668.666	13
023	23	11,38	744.594	19
024	31	12,57	2.117.813	24
025	17	13,16	341.291	13
026	11	6,10	1.537.163	8
027	11	10,07	54.585	8
028	**	..	..	**
029	26	..	..	20
030	15	5,00	1.502.600	11
031	19	..	..	15
032	17	8,55	2.568.871	13
033	6	9,57	-1.618.918	3
034	34	11,32	3.238.072	28
035	**	9,78	-1.172.963	**
036	**	11,32	-2.203.637	**
037	33	11,62	2.540.127	27
038	8	11,62	-689.436	5
039	27	12,85	3.744.907	23
040	10	8,09	137.187	6

PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = K (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
041	7	8,42	-105.675	4
042	**	5,48	-1.312.772	**
043	7	12,43	23.106.692	94
044	28	12,24	1.456.597	23
045	16	3,81	992.640	12
046	**	7,76	-832.741	**
047	22	9,17	1.177.562	17
048	25	4,26	2.642.454	20
049	24	7,63	3.332.367	20
050	18	8,25	1.698.797	15
051	39	10,73	1.157.557	33
052	**	12,85	-1.735.507	**
053	11	7,94	506.548	7
054	22	11,32	1.615.996	17
055	5	11,05	-150.103	1
056	20	9,41	666.248	16
057	30	7,43	2.571.264	26
058	29	5,79	7.606.288	23
059	28	8,55	2.921.767	23
060	9	2,50	518.715	6
061	19	7,33	1.324.141	15
062	29	6,10	4.945.913	23
063	22	8,09	424.318	17
064	9	7,63	218.572	5
065	11	5,18	848.458	8
066	19	7,33	1.494.818	15
067	24	12,24	2.805.082	19
068	22	11,32	3.819.516	18
069	25	8,25	3.585.281	20
070	30	6,40	4.511.609	26
071	21	...	...	16
072	14	7,76	666.772	11
073	14	10,39	414.668	10
074	29	11,71	725.705	24
075	48	10,72	5.758.424	41
076	16	12,37	307.501	12
077	16	6,40	2.199.205	12
078	32	4,14	1.814.100	27
079	46	12,24	3.622.218	41
080	7	9,41	-97.666	4
081	20	8,25	1.401.372	16
082	22	12,85	997.351	18
083	16	11,62	320.612	12
084	30	9,78	2.317.890	26
085	12	11,05	50.571	9

PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = K (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
086	24	5,18	5.589.453	20
087	18	9,17	1.294.201	13
088	33	10,72	2.094.111	29
089	19	10,09	1.195.014	14
090	15	2,11	5.178.757	11
091	12	13,28	-1.052.430	9
092	12	12,57	-67.415	8
093	70	1,84	22.867.904	58
094	12	8,86	746.611	9
095	23	2,72	6.623.905	19
096	**	4,42	-5.572.348	**
097	12	10,70	305.044	9
098	31	6,12	2.098.199	26
099	16	7,63	1.412.235	12
100	12	2,50	1.207.501	8
101	27	10,70	6.354.750	22
102	13	5,79	989.782	9
103	36	7,43	1.059.913	30
104	13	10,09	336.660	10
105	29	6,40	3.954.510	24
106	28	11,62	4.098.643	23
107	32	11,32	2.607.405	27
108	6	11,01	-930.403	2
109	24	4,87	2.366.407	18
110	23	9,74	842.742	19
111	**	8,86	-2.513.158	**
112	15	13,16	269.373	11
113	31	11,32	3.111.599	26
114	15	13,03	206.181	12
115	**	10,09	-1.547.848	**
116	17	12,70	304.477	13
117	14	11,62	459.430	10
118	26	13,16	1.207.191	22
119	3	12,57	-3.521.659	**
120	37	10,07	4.219.485	33
121	**	...	...	**
122	2	7,10	-424.337	**
123	**	4,14	-3.112.467	**
124	29	10,70	1.520.029	24
125	19	12,99	1.101.627	15
126	11	8,75	147.160	7
127	14	5,46	763.540	10
128	62	14,39	18.279.163	56
129	27	11,01	1.427.426	22

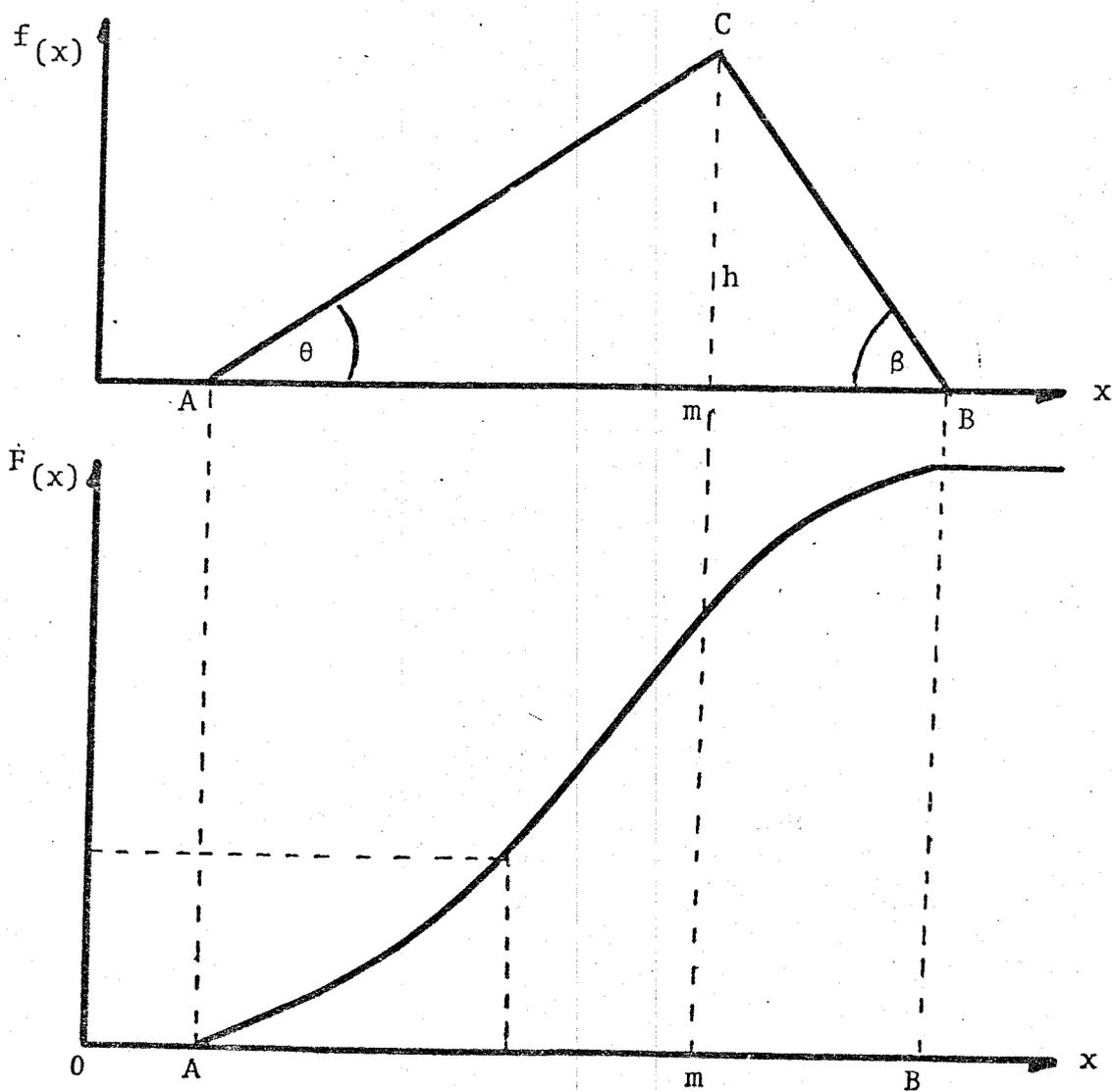
PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = K (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
130	**	12,24	-1.235.586	**
131	15	10,39	175.350	10
132	11	10,70	44.244	8
133	15	9,74	233.348	12
134	28	13,47	2.648.438	23
135	5	7,02	-198.045	2
136	47	9,78	5.664.212	37
137	13	12,24	94.549	9
138	11	11,38	-6.954	8
139	23	12,37	424.047	19
140	39	12,70	1.606.148	34
141	28	8,09	535.678	23
142	62	14,34	2.664.510	53
143	**	13,16	-1.043.147	**
144	32	9,08	3.249.316	26
145	23	12,37	808.088	18
146	**	4,47	-1.262.064	**
147	**	4,14	-425.310	**
148	13	10,39	489.337	9
149	8	10,70	-245.634	5
150	11	12,24	-69.812	8
151	25	13,03	2.251.313	21
152	3	10,39	-1.113.939	1
153	19	12,85	1.667.705	15
154	47	11,38	1.919.347	38
155	13	6,10	1.027.381	1
156	49	13,35	2.787.253	42
157	22	4,48	1.931.160	18
158	18	10,70	847.257	14
159	5	14,08	-1.698.114	2
160	19	7,02	11.947.564	15
161	21	3,64	4.029.260	16
162	5	11,93	-982.120	2
163	30	13,03	1.391.911	25
164	13	14,08	-154.938	9
165	25	13,16	2.585.278	21
166	19	13,03	1.020.041	15
167	13	8,86	4.842.335	10
168	52	10,70	7.003.232	46
169	24	9,74	1.535.691	19
170	24	7,10	2.003.003	20
171	10	11,71	-118.095	6
172	21	10,72	591.000	17
173	26	14,08	1.044.567	22

PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = 1 (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
174	35	14,08	2.202.534	30
175	**	8,25	-877.728	**
176	26	10,07	1.397.873	22
177	22	7,33	2.760.195	17
178	17	9,48	1.006.343	13
179	27	11,38	1.412.824	23
180	11	9,41	111.843	7
181	15	12,70	120.896	11
182	**	8,14	-5.711.915	**
183	13	11,93	128.849	10
184	4	9,74	-360.787	1
185	**	10,70	-3.347.871	**
186	19	7,94	1.347.968	14
187	26	8,55	1.987.433	21
188	35	8,42	2.158.415	29
189	34	12,04	2.389.219	29
190	20	9,17	1.366.585	16
191	34	7,43	2.599.079	29
192	27	11,38	1.522.559	22
193	15	5,18	1.263.156	11
194	41	10,07	3.448.256	34
195	21	...	...	17
196	**	7,94	-1.855.407	**
197	**	14,08	-2.834.059	**
198	31	9,17	3.435.874	27
199	21	8,86	2.221.494	16
200	22	13,35	658.736	17
201	9	9,17	37.420	5
202	23	13,35	1.515.593	19
203	17	14,39	694.544	13
204	12	13,03	-93.567	9
205	47	12,37	1.119.034	39
206	11	14,08	-352.187	7
207	30	11,05	1.393.032	24
208	32	7,43	908.021	27
209	73	8,42	3.877.593	62
210	28	8,09	2.242.472	24
211	**	12,57	-4.515.011	**
212	17	9,48	880.652	13
213	**	10,70	-2.721.651	**
214	19	10,07	489.160	15
215	55	11,71	2.626.082	45
216	17	9,78	1.284.313	13
217	10	13,16	-646.620	7

PROJETO	TIR(1) (%)	CMPC = K (%)	VP(K) (Cr\$)	TIR(2) (%)
218	16	7,43	657.087	12
219	16	11,32	437.780	12
220	11	11,62	-127.923	7
221	19	12,70	913.044	16
222	25	6,40	18.428.070	20
223	23	7,02	3.341.571	19
224	**	7,76	-973.749	**
225	16	7,43	625.730	12
226	21	5,79	1.990.901	17
227	36	10,70	2.739.416	30
228	50	6,71	17.296.417	43
229	48	11,05	2.241.111	40
230	12	11,38	27.815	8
231	15	11,38	264.293	11
232	**	9,74	-714.229	**
233	49	11,62	6.695.416	43
234	12	13,35	-130.945	8
235	20	..	..	16
236	27	13,35	1.716.580	23
237	**	..	..	**
238	**	10,09	-4.093.152	**
239	40	9,17	2.981.964	33
240	50	7,02	3.033.362	40
241	37	10,09	7.538.733	32
242	11	2,41	1.883.051	7

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS FUNÇÕES DE DENSIDADE E DE
 PROBABILIDADE ACUMULADA DE UMA VARIÁVEL ALEATÓRIA x
 QUE SEGUE UMA DISTRIBUIÇÃO TRIANGULAR

Seja a função de densidade triangular, $f(x)$, representada pela figura abaixo



onde a probabilidade do intervalo entre A e B é

$$P \left\{ A \leq x \leq B \right\} = F(B) - F(A) = \int_A^B f(x) dx = 1 \quad (1)$$

Para se determinar a forma de $f(x)$ usa-se os seguintes fatos

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{h}{m - A} \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{B - m}$$

Tendo-se em conta (1) e a fórmula da área do triângulo, resulta

$$\frac{(B - A)h}{2} = 1$$

e, portanto,

$$h = \frac{2}{B - A} \quad (3)$$

Substituindo-se (3) em (2), tem-se

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{2}{(B - A)(m - A)} \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2}{(B - A)(B - m)}$$

A expressão geral para $f(x)$ é

$$f(x) = \begin{cases} (x - A) \operatorname{tg} \theta & A \leq x \leq m \\ (B - x) \operatorname{tg} \beta & m \leq x \leq B \\ 0 & x < A \text{ ou } x > B \end{cases} \quad (5)$$

Substituindo-se (4) em (5), obtém-se

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2}{(B - A)(m - A)} (x - A) & A \leq x \leq m \\ \frac{2}{(B - A)(B - m)} (B - x) & m \leq x \leq B \\ 0 & x < A \text{ ou } x > B \end{cases} \quad (6)$$

Desse modo, a função de probabilidade acumulada, $F(x)$ será

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < A \\ \int_A^x \frac{2}{(B-A)(m-A)} (x-A) dx & A \leq x \leq m \\ \int_A^m \frac{2}{(B-A)(m-A)} (x-A) dx + \int_m^x \frac{2}{(B-A)(B-m)} (B-x) dx & m < x < B \\ 1 & x > B \end{cases} \quad (7)$$

No intervalo $A \leq x \leq m$, tem-se

$$\begin{aligned}
 F(x) &= \int_A^x \frac{2}{(B-A)(m-A)} (X-A) dx = \left[\frac{2}{(B-A)(m-A)} \left(\frac{x^2}{2} - Ax \right) \right]_A^x \\
 &= \frac{2}{(B-A)(m-A)} \left[\left(\frac{x^2}{2} - Ax \right) - \left(\frac{A^2}{2} - A^2 \right) \right] = \frac{2}{(B-A)(m-A)} \cdot \frac{x^2 - 2Ax + A^2}{2}
 \end{aligned}$$

e, logo,

$$F(x) = \frac{(x-A)^2}{(B-A)(m-A)} \quad A \leq x \leq m \quad (8)$$

No intervalo $m \leq x \leq B$, tem-se

$$F(x) = \int_A^m \frac{2}{(B-A)(m-A)} (x-A) dx + \int_m^x \frac{2}{(B-A)(B-m)} (B-x) dx \quad (9)$$

Considerando-se (8)

$$F(m) = \int_A^m \frac{2}{(B-A)(m-A)} (x-A) dx = \frac{(m-A)^2}{(B-A)(m-A)} = \frac{m-A}{B-A} \quad (10)$$

Assim, em (9) tem-se

$$\begin{aligned}
 F(x) &= \frac{m - A}{B - A} + \left[\frac{2}{(B - A)(B - m)} \left(Bx - \frac{x^2}{2} \right) \right]_m^x \\
 &= \frac{m - A}{B - A} + \frac{2}{(B - A)(B - m)} \left[\left(Bx - \frac{x^2}{2} \right) - \left(Bm - \frac{m^2}{2} \right) \right] \\
 &= \frac{m - A}{B - A} + \frac{2}{(B - A)(B - m)} \cdot \frac{2Bx - x^2 - 2Bm + m^2}{2}
 \end{aligned}$$

e, logo,

$$F(x) = \frac{m - A}{B - A} + \frac{m^2 - 2Bm - x^2 + 2Bx}{(B - A)(B - m)} \quad (11)$$

Somando-se e subtraindo-se B^2 no numerador do segundo termo à direita de (11), resulta

$$\begin{aligned}
 F(x) &= \frac{m - A}{B - A} + \frac{m^2 - 2Bm + B^2 - B^2 - x^2 + 2Bx}{(B - A)(B - m)} \\
 &= \frac{m - A}{B - A} + \frac{(B - m)^2 - (B - x)^2}{(B - A)(B - m)} \\
 &= \frac{(m - A)(B - m) + (B - m)^2 - (B - x)^2}{(B - A)(B - m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(B - m)(m - A + B - m) - (B - x)^2}{(B - A)(B - m)} \\
 &= \frac{(B - m)(B - A)}{(B - A)(B - m)} - \frac{(B - x)^2}{(B - A)(B - m)}
 \end{aligned}$$

e, logo,

$$F(x) = 1 - \frac{(B - x)^2}{(B - A)(B - m)} \quad m \leq x \leq B \quad (12)$$

Ao invés de (7) pode-se escrever, portanto,

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < A \\ \frac{(x - A)^2}{(B - A)(m - A)} & A \leq x \leq m \\ 1 - \frac{(B - x)^2}{(B - A)(B - m)} & m \leq x \leq B \\ 1 & x > B \end{cases} \quad (13)$$

Os sinais da primeira e segunda derivadas de $F(x)$ permitem visualizar sua forma. Quanto à primeira derivada os resultados aparecem em (6). Essa derivada é positiva tanto para $A \leq x \leq m$ como para $m \leq x \leq B$. A segunda derivada será

$$\frac{d^2 F(x)}{dx^2} = \frac{2}{(B - A)(m - A)} > 0 \quad A < x < m$$

$$\frac{d^2 F(x)}{dx^2} = \frac{-2}{(B - A)(B - m)} < 0 \quad m < x < B$$

Observa-se, pois, que $F(x)$ é crescente no intervalo $A < x < B$, mudando de curvatura convexa para cônica no ponto $x = m$. Ademais, de acordo com (13), observa que $F(B) = 1$.